

Министерство образования и науки Российской Федерации

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

И. П. Конакова, И. И. Пирогова

**ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ
И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
В ПРОГРАММЕ «КОМПАС»**

*Рекомендовано методическим советом УрФУ в качестве
учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям
150400 – Металлургия, 151600 – Технология машиностроения,
151900 – Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительного производства,
140400 – Электроэнергетика и электротехника*

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2014

УДК 62-408.8:004.896(075.8)
ББК 34.202.5я73+30.2-5-05я73
К64

Рецензенты:

кафедра начертательной геометрии и машиностроительного черчения
Уральского государственного лесотехнического университета (заведующий кафедрой – заслуженный изобретатель РФ, д-р техн. наук, проф. *Н. Н. Черемных*);
канд. техн. наук, проф., доц. *Ю. А. Савельев* (Уральский государственный университет путей сообщения)

Научный редактор – д-р техн. наук, проф. С. Б. Комаров

Конакова, И. П.

К64 Шероховатости поверхностей и их практическое применение в программе КОМПАС : учебное пособие / И. П. Конакова, И. И. Пирогова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 104 с.

ISBN 978-5-7996-1291-7

Учебное пособие содержит теоретический справочный материал, необходимый студентам всех форм обучения всех специальностей при определении и простановке знаков шероховатостей в конструкторской документации.

Даны примеры конструкторских документов с проставленными знаками шероховатости. Содержатся примеры выполненных графических работ по курсу инженерной графики в программе КОМПАС-3D V14.

Два приложения даны с заданиями на обучение простановке размеров и знаков шероховатости. Пособие предназначено для преподавателей и студентов технических вузов. Примеры и методические рекомендации основаны на материалах ранее изданных учебных пособий кафедры инженерной графики УрФУ и многолетнем опыте преподавания авторов.

Библиогр.: 21 назв. Рис. 56. Табл. 5.

УДК 62-408.8:004.896(075.8)
ББК 34.202.5я73+30.2-5-05я73

ISBN 978-5-7996-1291-7

© Уральский федеральный
университет, 2014

ГЛАВА 1

1.1. ОДНОМЕРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ

Шероховатость поверхности является одной из основных геометрических характеристик качества поверхности деталей и оказывает влияние на эксплуатационные показатели. Термины и определения основных понятий по шероховатости поверхности установлены в ГОСТ 25142–82 (СТ СЭВ 1126-78) «Шероховатость поверхности. Термины и определения». В практике образивной подготовки поверхностей и контроля шероховатости пока еще часто используются прежние параметры шероховатости R_a , R_z , R_{\max} по стандарту ИСО 468, разработанному ранее, в основном для применения в машиностроении. В принципе, можно пользоваться этим стандартом, хотя он менее удобен: в этом случае параметр R_z соответствует параметру R_{y5} по ИСО 8503.

ГОСТ 2789–73 (СТ СЭВ 638-77) «Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначение» надо изучать студентам еще и в силу того, что на производстве, как и в компьютерных программах, например КОМПАС-3D V14, используют параметры из этого ГОСТа. Из ГОСТ 25142–82 студенты узнают новые параметры амплитуды шероховатости, такие как R_q , R_t , R_v , R_p , R_{tm} . Но и это еще не все. К одномерным параметрам шероховатости из ГОСТ 25142–82 добавятся параметры из ИСО 4287 – 1997, такие как R_{vm} , R_{pm} , R_{3z} , R_{3zISO} , R_{zISO} , ADF , BRC , R_{sk} , R_{ku} . Эти параметры требуют серьезного изучения, т. к. необходимо знать, когда их надо применять: при каких условиях, при каких видах обработки, при использовании каких материалов, какого оборудования и инструментов.

Требования к шероховатости поверхности должны устанавливаться исходя из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества изделий. Если в этом нет необходимости, то требования к шероховатости поверхности не устанавливаются, и шероховатость этой поверхности контролироваться не должна.

Требования к шероховатости поверхности не включают требований к дефектам поверхности (раковины и пр.), поэтому при контроле шероховатости поверхности влияние дефектов должно быть исключено. В некоторых случаях допускается устанавливать требования к шероховатости отдельных участков одной поверхности, которые могут быть различными.

ГОСТ 2789–73* (СТ СЭВ 638–77) разработан для обеспечения повышенных требований к качеству изделий путем полного учета свойств шероховатости поверхности и прогрессивных методов их нормирования. Он устанавливает требования к шероховатости поверхности независимо от способа ее получения или обработки. Это дает возможность применять требования стандарта к поверхностям, обработанным резанием и другими методами, например литьем, прессованием, электрофизическими и электрохимическими методами.

1.2. ПАРАМЕТРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Качество поверхности деталей машин определяется совокупностью характеристик шероховатости и волнистости, физико-механических, химических свойств микроструктуры поверхностного слоя. В процессе изготовления детали на ее поверхности возникают неровности, в поверхностном слое изменяются структура, фазовый и химический состав, возникают остаточные напряжения.

Поверхность, ограничивающая деталь и отделяющая ее от окружающей среды, называется реальной поверхностью. Эта поверхность образуется в процессе обработки детали и, в отличие от номинальной поверхности, изображаемой на чертеже, имеет неровности различной формы и высоты. Шероховатость относится к микрогеометрии поверхности. Микрогеометрия оценивается на малых участках реальной поверхности с длиной сторон квадрата от 1 мм до 10 мкм.

Совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная, например, с помощью базовой длины, называется шероховатостью поверхности.

Базовой длиной l называют длину линии, которая используется для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности, и для количественного определения ее параметров. В прикладных работах для характеристики шероховатости поверхности используют среднее арифметическое отклонение профиля поверхности R_a , а в теоретических и многих экспериментальных работах – среднее квадратичное отклонение (СКО) R_q , поэтому возникает проблема сопоставления результатов работ. Кроме того, при определении шероховатости оптическими приборами, реализующими профильный метод измерения (приборы светового и теневого сечений и др.), когда требуется оценить параметры шероховатости R_a и R_q , которые они непосредственно не изме-

ряют, также полезно иметь соотношения между R_a , R_q и R_z . Поэтому установим соотношение между R_a и R_q в общем случае.

Для нормального распределения высот поверхности получено $R_a/R_q = \sqrt{2/\pi}$. Если же распределение высот поверхности отличается от нормального, то указанное соотношение надо искать в каждом конкретном случае, исходя из функции профиля.

Для количественной оценки и нормирования шероховатости поверхностей ГОСТ 2789–73 (СТ СЭВ 638-77) устанавливает шесть параметров:

– три высотных:

R_a – среднее арифметическое отклонение профиля, мкм;

R_z – высота неровностей профиля по 10 точкам, мкм;

R_{\max} – наибольшая высота неровностей профиля, мкм;

– два шаговых:

S – средний шаг неровностей профиля по вершинам, мм;

S_m – средний шаг неровностей профиля по средней линии, мм;

– высотно-шаговый

t_p – относительная опорная длина профиля, %, где p – числовое значение уровня сечения профиля.

Из ГОСТ 25142–82 выпишем формулы:

1. Сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубины пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pl}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vl}|}{5},$$

где y_{pl} – высота i -го наибольшего выступа профиля,

y_{vl} – глубина i -й наибольшей впадины профиля.

2. Среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx,$$

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|.$$

3. Среднее квадратическое значение отклонений профиля в пределах базовой длины

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l y^2(x) dx}.$$

4. Среднее значение параметра шероховатости, определенных на всех длинах оценки:

$$\bar{P} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_j,$$

где k – единичных длин оценки;

R_j – значение параметра, определенное на одной базовой длине;

n – число базовых длин на единичной длине оценки.

5. Величина, пропорциональная отношению среднего арифметического отклонения профиля R_a к среднему арифметическому наклону профиля

$$\lambda_a = 2\pi \frac{R_a}{\Delta a}.$$

6. Среднее квадратическое значение наклона профиля в пределах базовой длины

$$\Delta q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 dx}$$

или

$$\Delta q = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right)^2},$$

где $\frac{dy}{dx}$ – тангенс угла наклона в точке профиля.

7. Среднее арифметическое значение наклона профиля в пределах базовой длины

$$\Delta a = \frac{1}{n} \int_0^l \left| \frac{dy}{dx} \right| dx$$

или

$$\Delta a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\Delta y}{\Delta x} \right|.$$

8. Отношение опорной длины профиля к базовой длине

$$t_p = \frac{\eta_p}{t}.$$

ГОСТ 2789–73 связан с использованием в качестве базы средней линии профиля. В стандарте эта линия имеет следующее определение: «Базовая линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратичное отклонение профиля до этой линии минимально».

Параметры позволяют оценивать профиль поверхности не только по высоте, но и по геометрической форме, которая оказывает существенное влияние на эксплуатационные свойства поверхности.

В практической деятельности применяют параметры R_a и R_z , главным образом, для характеристики шероховатости поверхностей. Параметр R_a является предпочтительным, его значения приведены в табл. 1.

Параметры R_z и R_{\max} приведены в табл. 2. Если параметры R_a , R_z , R_{\max} определены на базовой длине табл. 3, то эту базовую длину в обозначении шероховатости не используют.

Параметры R_z и R_{\max} нормируют в тех случаях, когда по функциональным требованиям необходимо ограничить полную высоту неровностей профиля, а также когда прямой контроль параметра R_a с помощью профилометров или образцов сравнения не представляется возможным, например для поверхностей, имеющих малые размеры или сложную конфигурацию (режущие кромки инструментов, деталей часовых механизмов, винтовые поверхности и пр.).

Таблица 1

Ряды значений среднего арифметического отклонения профиля R_a , мкм

100	10,0	1,00	0,100	0,010
80	8,0	0,80	0,080	0,006
63	6,3	0,63	0,063	—
50	5,0	0,50	0,050	—
40	4,0	0,40	0,040	—
32	3,2	0,32	0,032	—
25	2,5	0,25	0,025	—
20	2,0	0,20	0,020	—
16,0	1,60	0,160	0,016	—
12,5	1,25	0,125	0,012	—

Примечание: выделены предпочтительные значения параметров.

Таблица 2

Средний шаг неровностей S_m и средний шаг неровностей по вершинам S

—	10,0	1,00	0,100	0,010
—	8,0	0,80	0,080	0,008
—	6,3	0,63	0,063	0,006
—	5,0	0,50	0,050	0,005
—	4,0	0,40	0,040	0,004
—	3,2	0,32	0,032	0,003
—	2,5	0,25	0,025	0,002
—	2,0	0,20	0,020	—
—	1,60	0,160	0,0160	—
12,5	1,25	0,125	0,0125	—

Относительная опорная длина профиля: 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 %.

Числовые значения уровня сечения профиля выбирают из ряда 5: 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 % от R_{\max} .

Числовые значения базовой длины выбирают из ряда 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8; 25 мм.

Числовые значения параметров шероховатости относятся к нормальному сечению.

Направление сечения не оговаривается, если требования технической документации относятся к направлению сечения на поверхности, которое соответствует наибольшим значениям высотных параметров.

Таблица 3

Ряды значений высоты неровностей профиля R_z и R_{\max} , мкм

—	1000	<u>100</u>	10,0	1,00	<i>0,100</i>
—	800	80	8,0	<i>0,80</i>	0,080
—	630	63	<u>6,3</u>	0,63	0,063
—	500	<u>50</u>	5,0	0,50	<i>0,050</i>
—	<u>400</u>	40	4,0	<i>0,40</i>	0,040
—	320	32	<u>3,2</u>	0,32	0,032
—	250	<u>25,0</u>	2,5	0,25	<i>0,025</i>
—	<u>200</u>	20,0	2,0	<i>0,20</i>	-
1600	160	16,0	<u>1,60</u>	0,160	-
1250	125	<u>12,5</u>	1,25	0,125	-

Соотношение параметров шероховатости и базовой длины

Базовая длина	R_a	R_z, R_{\max}
	МКМ	
0,08	до 0,025	до 0,10
0,25	св. 0,025 до 0,4	св. 0,10 до 1,6
0,8	св. 0,4 до 3,2	св. 1,6 до 12,5
2,5	св. 3,2 до 12,5	св. 12,5 до 50
8	св. 12,5 до 100	св. 50 до 400

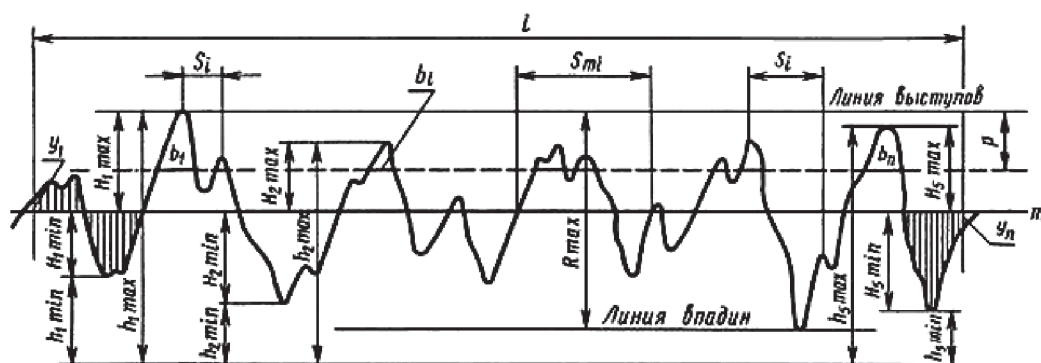


Рис. 1. Профиль шероховатости, его характеристики и параметры
из ГОСТ 2789–73 (СТ СЭВ 638–77)

ГЛАВА 2

2.1. ЗНАКИ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Шероховатость поверхностей деталей обозначается на чертеже знаками, установленными по ГОСТ 2.309–73 (СТ СЭВ 1632–79), с указанием числовых значений параметра (параметров) для контроля в соответствии с ГОСТ 2789–73 (СТ СЭВ 1632–79).

Если конструктор не устанавливает способ обработки поверхности, а оставляет его на усмотрение технолога, то в обозначении шероховатости поверхности применяется знак, изображенный на рис. 2, *а*.

Если поверхность образована только удалением слоя материала (точением, фрезерованием, полированием и т. п.), то в обозначении шероховатости применяется знак, изображенный на рис. 2, *б*.

Если поверхность образована без удаления слоя материала (литьем, ковкой, поковкой, штамповкой и т. п.), то в обозначении шероховатости поверхности применяется знак, изображенный на рис. 2, *в*, с указанием значения параметра шероховатости. Этим же знаком, без указания значения параметра шероховатости, обозначаются поверхности в состоянии поставки, необрабатываемые по данному чертежу.

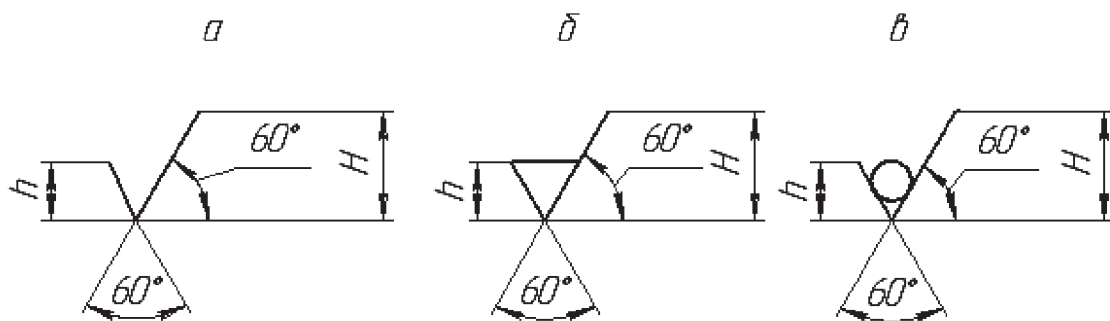


Рис. 2. Знаки для обозначения шероховатости поверхности в зависимости от способа ее обработки

Высота h для всех знаков на изображениях должна быть приблизительно равна высоте цифр размерных чисел на этом чертеже. Высота знака H берется равной $(1,5)h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна $0,5$ толщины сплошной толстой основной линии, применяемой на чертеже.

Стандартная структура обозначения шероховатости приведена на рис. 3. Под полкой знака делают надписи, если это необходимо, например: $Ra0,4$; $Sm0,63$; $f_{50}70$; $S 0,032$; $Rz50$.

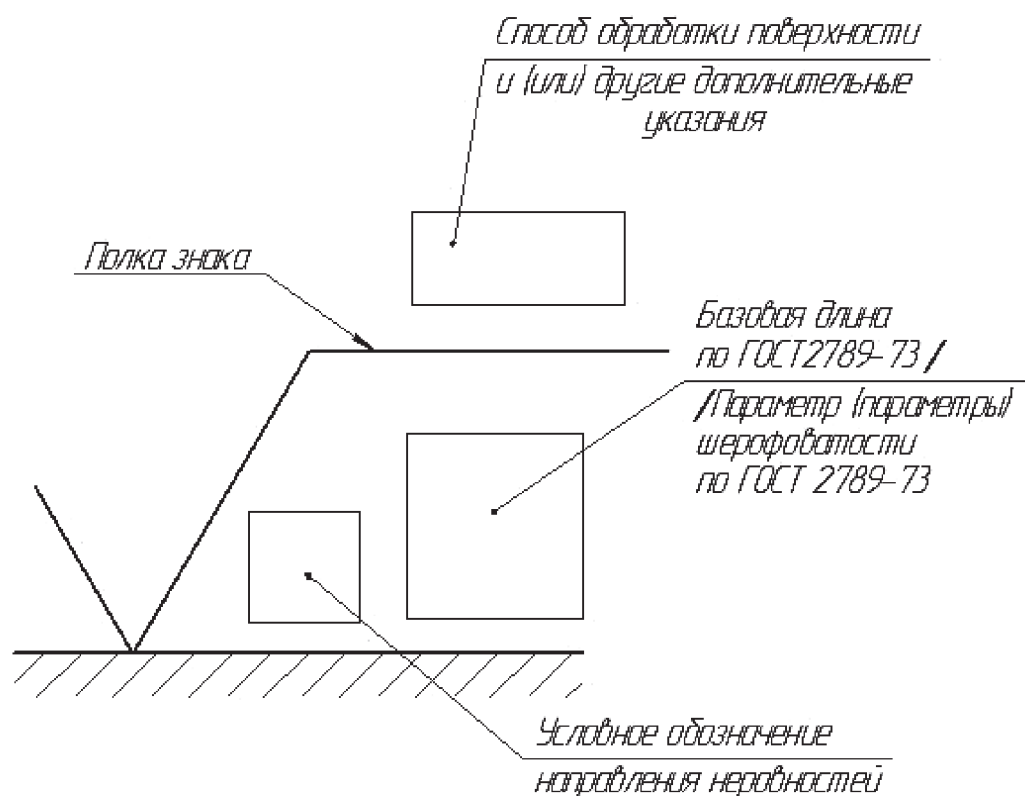


Рис. 3. Структура обозначения шероховатости поверхности

2.2. ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НА ЧЕРТЕЖЕ

На полке знака надписи не делаются. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки. На изображении изделия обозначение шероховатости поверхности располагают на линиях контура, выносных (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок. При нехватке места можно проставлять обозначения на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы, а также допускается разрывать выносную линию.

Знак \checkmark для обозначения шероховатости должен касаться вершиной контура поверхности детали или выносной линии, высота его перпендикулярна к этим линиям.

Знак шероховатости, поставленный в правом верхнем углу чертежа, означает, что все поверхности должны быть одной и той же шероховатости. Размер знака должен быть в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображение. При указании одинаковой шероховатости для части поверхности из-

делия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости (рис. 4).

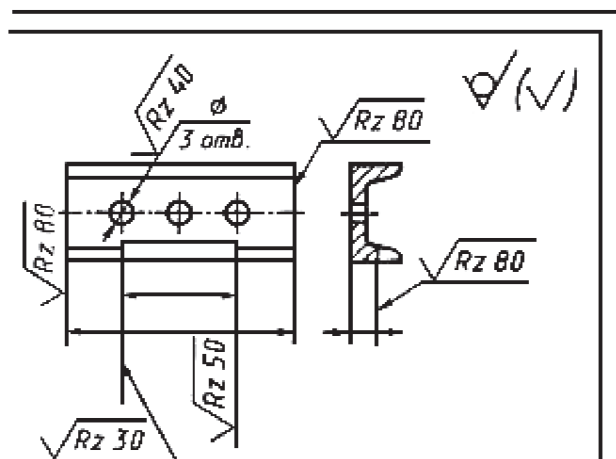


Рис.4. Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхности детали

Обозначение шероховатости рабочей поверхности зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т. д. условно наносят на линии делительной окружности (рис. 5).

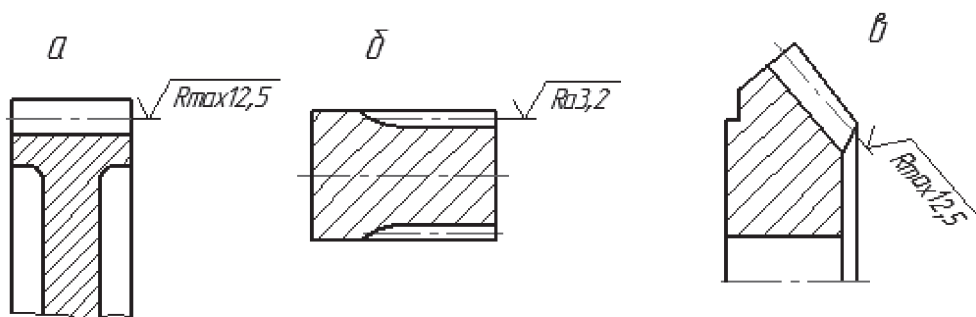


Рис. 5. Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, шлицев

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы, если профиль приведен на чертеже, наносится, по общим правилам, на изображение профиля; если профиль резьбы не показан, то обозначение шероховатости наносится условно на выносную линию для указания размера резьбы на размерной или ее продолжении (рис. 6).

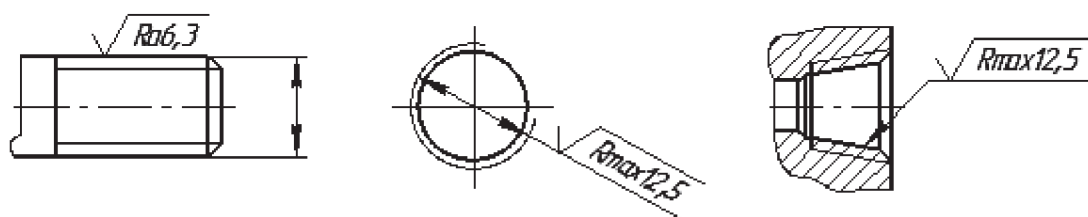


Рис. 6. Обозначение шероховатости поверхностей профиля резьбы

Если шероховатость поверхностей, изображения которых образуют контур, должна быть одинаковой, то обозначение шероховатости наносят один раз (рис. 7). Диаметр вспомогательного знака \bigcirc принимается от 4 до 5 мм. В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак \bigcirc не наносят.

Шероховатость поверхности шпоночного паза указывается так, как показано на рис. 8.

Указывается шероховатость на прямобочных шлицах (рис. 9).

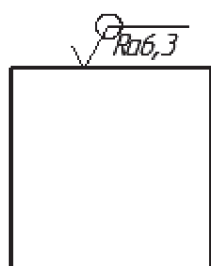


Рис. 7. Обозначение шероховатости поверхности, одинаковой по всему контуру детали

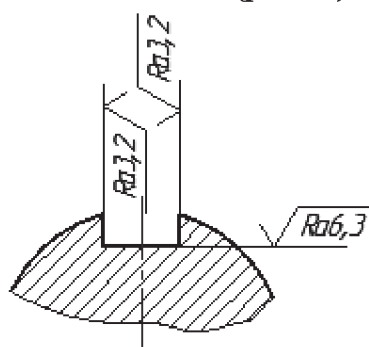


Рис. 8. Обозначение шероховатости поверхностей шпоночного паза

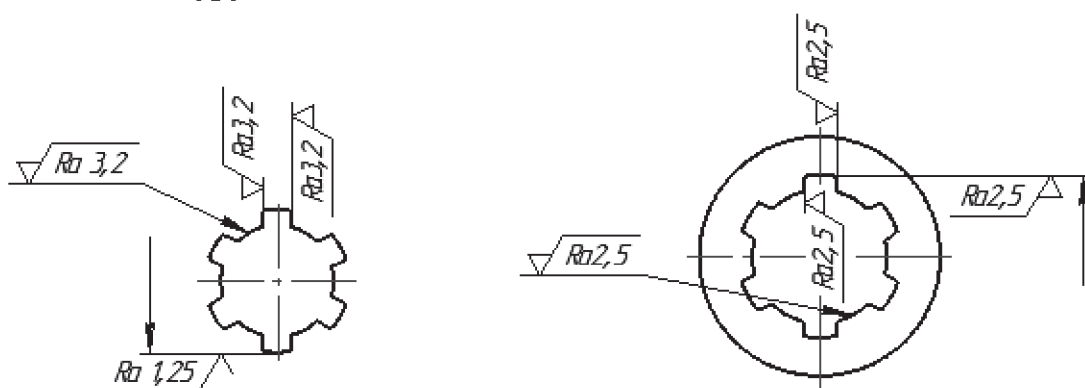


Рис. 9. Обозначение шероховатости поверхности на прямобочных шлицах

На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случаях, когда от этой линии нанесен размер.

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 10, 11.

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 12.

При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одну часть изображения, по возможности ближе к месту указания размеров (рис. 13).

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение не наносят (рис. 14).

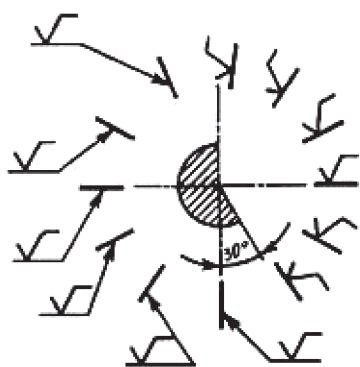


Рис. 10

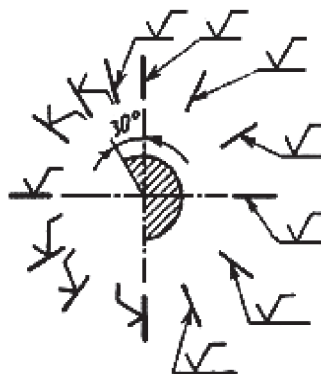


Рис. 11

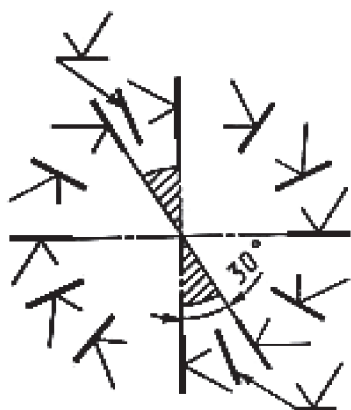


Рис. 12

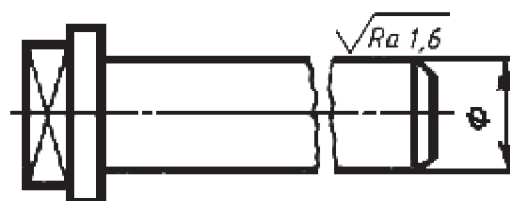


Рис. 13

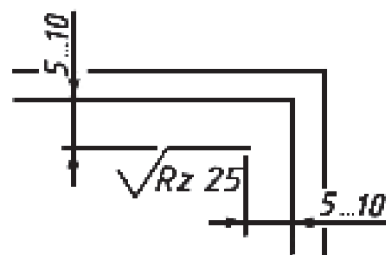


Рис. 14

ГЛАВА 3

3.1. НОРМИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Применяются три основных способа регламентации конструктором качества поверхности, в том числе шероховатости: 1) по прототипу (метод прецедентов); 2) расчетный; 3) экспериментальный.

Выбор параметров и их значения для нормирования шероховатости должны проводиться с учетом назначения поверхности и установления их связи с эксплуатационными свойствами поверхности.

В табл. 5 приведены некоторые важнейшие эксплуатационные свойства поверхности, зависящие от ее шероховатости, и номенклатуры параметров, при помощи которых обеспечиваются показатели этих свойств. Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров. Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр R_a , который более информативно, чем R_z и R_{\max} , характеризует неровности профиля, поскольку он определяется по всем точкам (или достаточно большому числу точек) профиля.

Таблица 5

Эксплуатационные свойства поверхности и обеспечивающая их номенклатура параметров шероховатости

Эксплуатационные свойства поверхности	Параметры шероховатости поверхности и характеристики, определяющие эксплуатационное свойство
Износоустойчивость при всех видах трения	$R_a (R_z)$, t_p направление неровностей
Виброустойчивость	$R_a (R_{\downarrow z})$, S_m , S , направление неровностей
Контактная жесткость	$R_a (R_z)$, t_p
Прочность соединения	$R_a (R_z)$
Прочность конструкции при циклических нагрузках	R_{\max} , S_m , S , направление неровностей
Герметичность соединения	$R_a (R_z)$, R_{\max} , t_p
Соппротивление в волноводах	R_a , S_m , S

В дополнение к количественным параметрам в некоторых случаях целесообразно нормировать направление неровностей, например в связи с направлением относительного перемещения трущихся сопряженных поверхностей, или струи

жидкости, или газа относительно поверхности, а также для обеспечения необходимой виброустойчивости и прочности при циклических нагрузках.

При необходимости конструктором устанавливаются также способ или последовательность способов получения (обработки) поверхности, если они являются единственными для обеспечения ее заданного качества.

При назначении параметров шероховатости поверхностей следует проверить возможность их достижения в связи с рациональными методами обработки детали. Как правило, следует принять наибольшую шероховатость, допускаемую конструктивными требованиями. В противном случае может значительно увеличиться стоимость обработки, что будет компенсировано лишь повышением качества изделия. В некоторых же случаях повышенное требование к шероховатости может оказаться не только не рентабельным, но и недопустимым. Например, при слишком гладких сопрягаемых поверхностях может возникнуть явление «схватывания», при котором частицы металла отрываются от поверхностного слоя трущихся поверхностей. Для таких поверхностей следует нормировать оптимальную исходную шероховатость, которая должна быть близкой к получающейся в процессе приработки.

Обычно отделить отверстие труднее, чем вал. Это часто учитывается назначением различной шероховатости поверхностей сопрягающихся деталей: у отверстия шероховатость несколько выше.

3.2. ВИБРОКОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ ПРИ ВЫГЛАЖИВАНИИ

Надежная работоспособность деталей зависит от качества их рабочих поверхностей, обеспечиваемого в основном на операциях окончательной обработки (шлифование, полирование, обработка) поверхностным пластическим деформированием (ППД). Методы ППД – одни из наиболее перспективных процессов механической обработки. Многочисленными научными исследованиями установлено, что наиболее эффективным и экологически чистым методом обработки ППД поверхностей деталей является процесс выглаживания с жестким закреплением инструмента. Последний подводит к обрабатываемой поверхности и обеспечивают определенную силу поджатия (натяг).

Достигается контактное давление, обуславливающее пластическую деформацию в зоне контакта. Пластическое течение металла приводит к сглажи-

ванию неровностей поверхности с заполнением впадин микропрофиля материалом гребешков, при этом размер детали уменьшается до 15 мкм. Это необходимо учитывать на предшествующем переходе, обеспечивая точность размеров примерно на 25 % выше заданной для окончательно обработанной детали.

При выглаживании для обеспечения требуемого профиля шероховатости поверхности необходимо учитывать среднюю мощность вибрации выглаживающего инструмента до начала процесса обработки при его перемещении на рабочей подаче (она характеризует жесткость технологической системы).

Таким образом, по значениям средней мощности вибросигналов, поступающих из зоны выглаживания, можно определять диапазоны условий обработки, в которых гарантированно обеспечиваются заданные параметры шероховатости поверхности, формируется регулярный профиль шероховатости.

3.3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОНЕРОВНОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ С УЧЕТОМ ИЗНАШИВАНИЯ ИНСТРУМЕНТА

При чистовых и тонких режимах шлифования наблюдается преимущественно истирание вершин абразивных зерен. Это приводит к тому, что на периферии шлифовального круга концентрируется значительное число вершин зерен, пропорциональное произведению $u \cdot L_k$ (u – линейный износ шлифовального круга; L_k – длина периферии абразивного инструмента).

Однако в определенный момент времени наиболее выступающие вершины зерен получают из-за износа такую геометрическую форму, при которой нагрузка, действующая на эти зерна при шлифовании, будет разрушающей. Следовательно, когда линейный износ шлифовального круга составит $U_{кр}$, начнет активизироваться процесс самозатачивания абразивного инструмента. Это приведет к тому, что число вступающих в работу вершин зерен из глубоких слоев шлифовального круга не будет больше равно числу разрушающихся на периферии инструмента вершин зерен, вследствие неравномерности их распределения по глубине рабочей поверхности. В связи с этим изменение числа активных вершин зерен на рабочей поверхности инструмента приведет к изменению высоты микронеровностей поверхности. Математически это можно отразить следующим образом:

$$\frac{k_{s1} R \max^2}{2} + k_{s3} u R \max - (u - u_{kp}) R \max - \frac{R \max^2}{k_m^{-1}} \left(\frac{k_{s2}}{2} + \frac{u}{t_\phi} k_{s4} - \frac{u - u_{kp}}{t_\phi} \right) = 0,$$

$$U \geq U_{\downarrow k}, U_{\downarrow k} \approx (P / (\pi a_{\downarrow} z \sigma)) - \rho_{\downarrow} 0) k_{\downarrow} \varepsilon^{\uparrow} (-1),$$

где P – нагрузка, вызывающая разрушение зерна или связки; a_s – среднее значение толщины среза абразивного зерна; σ – напряжение, возникающее в контакте изношенной вершины зерна с металлом; ρ_o – среднее значение радиуса округления вершин зерен после правки шлифовального круга; K_{S3} – величины, аналогичные коэффициентам K_{S1} и K_{S2} ; $K_{S3} = K_{S4} = 1$ при $u = U_{kp}$; k_e – коэффициент, характеризующий геометрическую форму вершины зерна.

3.4. КОНЕЧНЫЙ ВИД ПОВЕРХНОСТИ

Шероховатость определяют как нерегулярность структуры поверхности, которая появляется вследствие процесса изготовления, но при этом исключаются волнистость и ошибки формы изделия. Шероховатость имеет вид серии пиков и желобков, которые могут быть различной высоты и протяженности и служат характеристикой применяемого процесса. Волнистость же может появляться из-за таких факторов, как станочные и рабочие отклонения, вибрации, тепловая обработка или искривляющие напряжения. Шероховатость и волнистость могут налагаться на отклонения поверхности от точной геометрической формы. Конечные виды поверхности представлены на рис. 15.

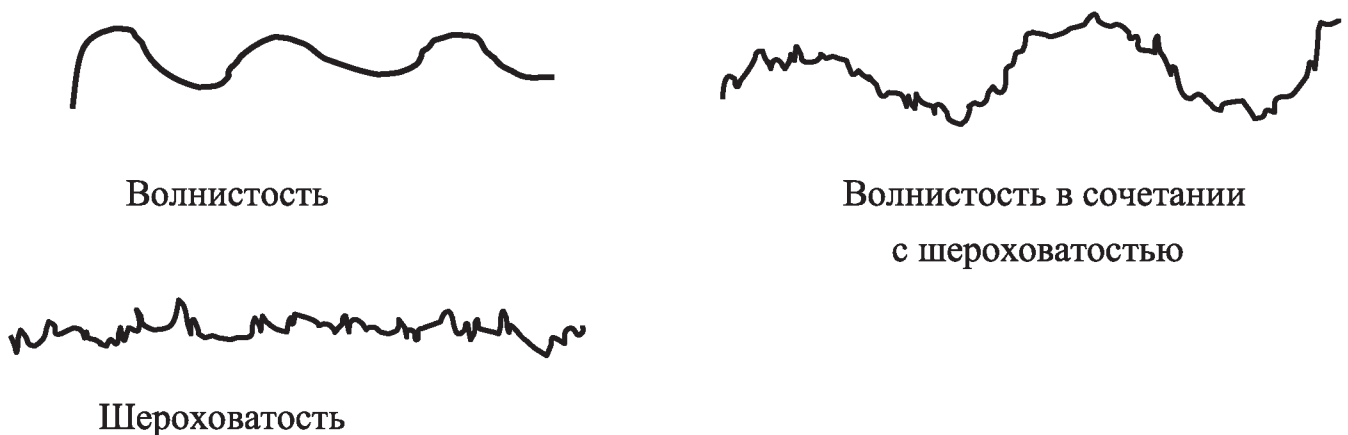


Рис. 15

Таблица 6

Значения R_a структуры поверхности

<i>Структура поверхности</i>	<i>Шероховатость R_a (мкм)</i>
Очень шероховатая	50
Шероховатая	25
Полушероховатая	12,5
Средняя	6,3
Полутонкая	3,2
Тонкая	1,6
Грубошлифованная	0,8
Среднешлифованная	0,4
Тонкошлифованная	0,2
Суперчистовая	0,1

ГЛАВА 4

4.1. КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Параметры поверхности определяются только для случая очистки абразивоструйным методом поверхности, ранее неокрашенной или после полного удаления прежних покрытий.

Шероховатость может быть оценена различными методами и измерительными средствами, наиболее распространенными из которых являются:

- компараторы (эталоны сравнения) по ИСО 8503–2;
- микроскоп по ИСО 8503–3;
- профилометр (или профилограф) по ИСО 8503–4;
- метод реплик по стандартам ИСО 8503–5 или MACE KP 0287;
- электронные приборы.

Наиболее простым и доступным методом оценки шероховатости является использование компараторов ИСО, технические характеристики которых соответствуют стандарту ИСО 8503–1. Компараторы используются двух типов и представляют собой плоские пластины, разделенные на четыре сегмента с различной, строго калиброванной шероховатостью.

Компараторы требуют осторожного обращения. При обнаружении износа или в случае сомнения в оценке шероховатости поверхности их следует ликвидировать или подвергнуть повторной калибровке, согласно стандартам ИСО 8503–3 или ИСО 8503–4. Компаратор считается калиброванным при условии, что номинальные величины и допуски для всех профилей не выходят за пределы, указанные в ИСО 8503–1.

Если визуальная оценка чистоты поверхности компаратора не соответствует степеням 8a1/2 или 8a3 по ИСО 8501–1, то он подлежит уничтожению.

Стандарт ИСО 8503–2 регламентирует визуальный и осязательный методы оценки шероховатости. Процедура определения шероховатости исследуемой поверхности включает в себя следующие действия контролера:

- 1) Очистка поверхности от пыли и мусора.
- 2) Подбор компаратора (8 или O), соответствующего профилю исследуемой поверхности.
- 3) Сравнение шероховатости исследуемой поверхности поочередно с четырьмя сегментами компаратора. При необходимости для этого можно исполь-

зовать лупу с увеличением не более 7. Сравнение производится при расположении компаратора рядом с исследуемым участком поверхности.

4) Определение группы шероховатости исследуемой поверхности:

- тонкая – шероховатость между сегментами 1 и 2, но ниже, чем у сегмента 2,
- средняя – шероховатость между сегментами 2 и 3, но ниже, чем у сегмента 3,
- грубая – шероховатость между сегментами 3 и 4, но ниже, чем у сегмента 4.

Если шероховатость исследуемого участка ниже нижней границы группы «тонкая», то она оценивается как «очень тонкая», если шероховатость выше верхней границы группы «грубая», то она оценивается как «очень грубая».

Если визуальная оценка затруднена, то может быть использована осязательная оценка путем легкого царапания внутренней поверхностью ногтя по очередно исследуемой поверхности и сегментов компаратора.

В случае сомнений в результате визуальной оценки шероховатости параметры шероховатости могут быть оценены в соответствии со стандартами ИСО 8503–3 (метод с использованием микроскопа) или ИСО 8503–4 (применение прибора с мерительным штифтом).

4.2. КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ

Качество поверхности является одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства деталей машин и приборов. Наиболее существенным для практических целей является установление зависимости между параметрами конкретного технологического процесса обработки поверхности, показателями качества поверхностного слоя и показателями деталей машин и приборов эксплуатации.

Качество поверхностного слоя металла обуславливается свойствами металла и методами обработки: механической, электрофизической, электрохимической, термической и т. д. В процессе механической обработки (резание лезвийным инструментом, шлифование, полирование и др.) поверхностный слой деформируется под действием нагрузок и температуры, а также загрязняется примесями (частицы абразива, кислород) и другими инородными включениями.

В соответствии с современными представлениями качество поверхностного слоя является сложным комплексным понятием и определяется двумя группами характеристик (рис. 16). Геометрические характеристики качества поверхности показаны на рисунке в порядке уменьшения их абсолютных величин: отклонение формы (макрогеометрия); волнистость; шероховатость (микрогеометрия); субмикрошероховатость.



Рис. 16. Классификация физико-химических и геометрических характеристик качества поверхности

Конструктор должен предельно внимательно регламентировать параметры, характеризующие как физические, так и геометрические характеристики поверхности. Однако во многих случаях требования к качеству поверхности могут быть выявлены лишь экспериментальным путем, так как зависимость различных эксплуатационных свойств поверхности от различных физических и геометрических параметров ее сложна и недостаточно изучена.

4.3. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Взаимосвязь параметров качества поверхности деталей и их эксплуатационных свойств является одним из основных направлений исследований в области машино- и приборостроения.

Не все физико-химические свойства поверхностного слоя оказывают равноценное влияние на эксплуатационные характеристики деталей машин; определяющими являются его химический состав и строение (микроструктура).

Трение и износ деталей в значительной степени связаны с макронеровностями, волнистостью, микронеровностями, а также с направлением штрихов (следов) обработки.

При взаимном перемещении контактирующих плоских (рис. 17, *а*) или цилиндрических (рис. 17, *б*) поверхностей, имеющих микронеровности (шероховатость), в первоначальный момент происходят срез, отламывание и пластический сдвиг вершин неровностей, так как их контакт происходит по вершинам неровностей. Зависимость износа от времени работы трущихся поверхностей видна из графика (рис. 17, *з, д*). Сначала сравнительно быстро (участок I), за период времени T_1 происходит начальное изнашивание (приработка). При правильном режиме смазывания (рис. 17, *в*) изнашивание протекает медленно (участок II), что обусловлено образованием равновесной шероховатости. Этот период времени определяет срок службы детали. Катастрофическое изнашивание пары характеризуется участком III.

На рис. 17, *д* кривая 2 характеризует износ поверхностей с меньшими начальными шероховатостями, чем кривая 1. В этом случае величина и время приработочного изнашивания уменьшаются, а интенсивность эксплуатационного изнашивания остается той же. Продолжительность работы трущихся пар в пределах размера A допустимого изнашивания будет различной. При меньшей шероховатости сопряженных поверхностей время работы деталей будет большим ($T_2 > T_1$).

Увеличение высоты неровностей по сравнению с оптимальным значением повышает изнашивание за счет возрастания механического зацепления, скалывания и среза неровностей.

Уменьшение высоты неровностей по сравнению с оптимальным значением резко увеличивает изнашивание за счет молекулярного сцепления и заедания поверхностей, чему способствуют выдавливание смазочного материала и плохая смачиваемость зеркально-чистых поверхностей. Поэтому пришабрённые поверхности лучше притёртых, так как на них имеются углубления («карманы»), удерживающие смазочный материал.

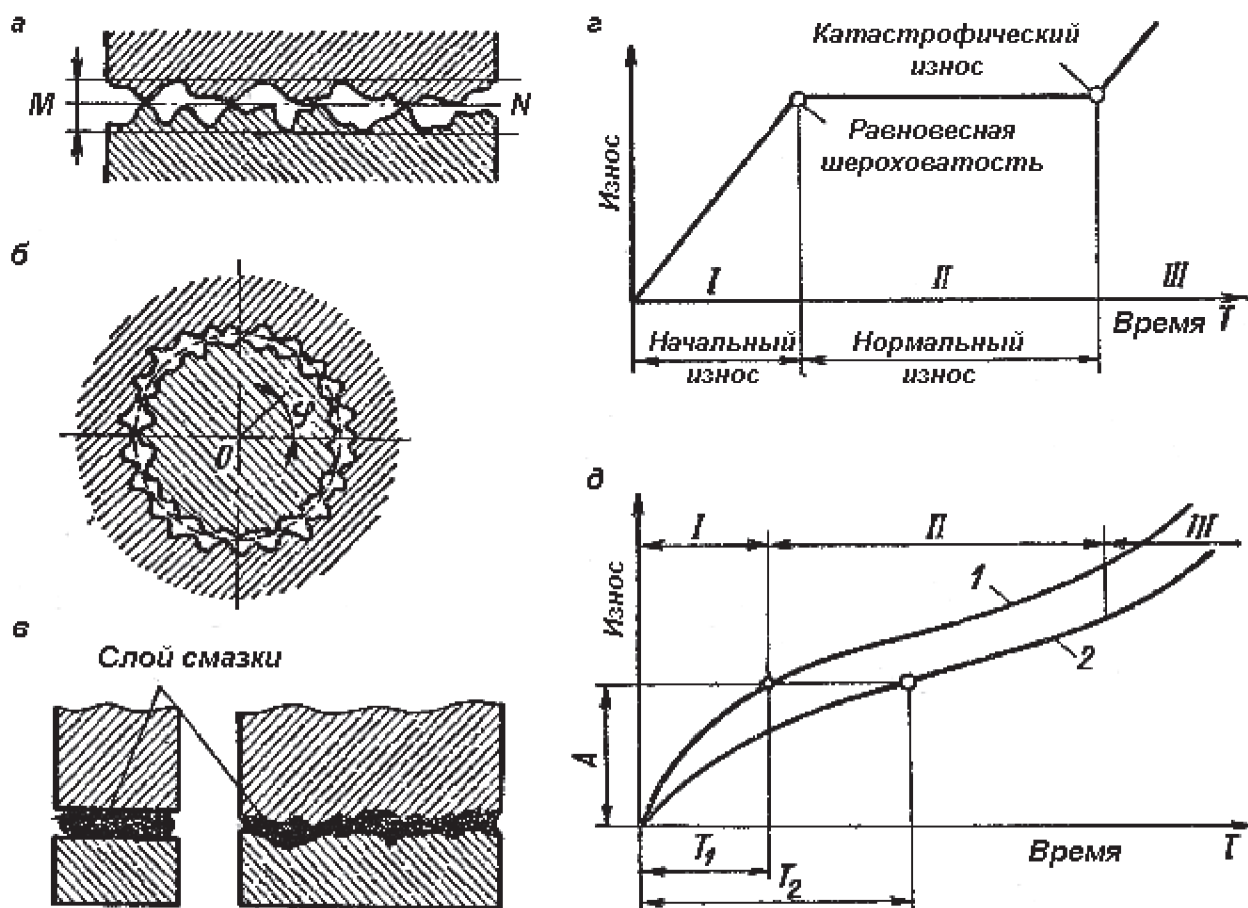


Рис. 17. Влияние шероховатости поверхности на износостойкость деталей машин: а, б – схемы контакта сопряженных деталей по образующей (вдоль оси) и по окружности; в – идеализированный и фактический контакт поверхностей; г, д – типовые графики износа во времени

Хорошее удерживание смазочного материала обеспечивается слоем пористого хрома, пористой структурой металлокерамических деталей, а также системой мелких масло удерживающих каналов, получаемых виброобкатыванием.

Прочность деталей также зависит от шероховатости поверхности. Разрушение детали, особенно при переменных нагрузках, в большей степени объясняется концентрацией напряжений вследствие наличия неровностей. Чем меньше шероховатость, тем меньше возможность возникновения поверхност-

ных трещин от усталости металла. Отделочная обработка деталей (доводка, полирование и т. п.) обеспечивает значительное повышение предела их усталостной прочности.

Уменьшение шероховатости поверхности значительно улучшает антикоррозионную стойкость деталей. Это имеет особенно важное значение в том случае, когда для поверхностей не могут быть использованы защитные покрытия (поверхности цилиндров двигателей и др.).

Важной геометрической характеристикой качества поверхности является направленность штрихов – следов механической и других видов обработки. Она влияет на износостойкость поверхности, определенность посадок, прочность прессовых соединений. В ответственных случаях конструктор должен оговаривать направленность, например в связи с направлением относительного скольжения сопряженных деталей или с направлением движения по детали струи жидкости или газа. Изнашивание уменьшается и достигает минимума при совпадении направления скольжения с направлением неровностей обеих деталей.

ГЛАВА 5

5.1. ПРИМЕНЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ МЕХАНИЧЕСКИ ОБРАБОТАННОЙ ДЕТАЛИ

Когда процессы подбора и резки металла позади, в определении оптимального процесса или процессов появляются следующие факторы:

1. Операции надо задумывать так, чтобы удалялось минимальное количество материала. Это сокращает стоимость материала, стоимость энергии на механическую обработку и стоимость износа инструмента.

2. Время, потраченное на операцию, должно быть сведено до минимума, стоимость труда должна быть низкой.

3. Квалификация оказывает влияние на стоимость труда.

4. Следует принять во внимание влияние свойств материала на машинную обработку. В частности, твердость. В основном, чем тверже материал, тем дольше он будет обрабатываться режущим инструментом. Так твердость воздействует на выбор материала инструмента, который может использоваться, и, в случае очень твердого материала, на процесс, который можно использовать. Например, шлифовка является процессом, который может применяться к очень твердым материалам, поскольку материал инструмента, частицы абразива могут быть очень твердыми. Там, где имеется значительный объем механической обработки, следует производить ее твердыми резцами с хорошей обрабатываемостью материалов, что минимизирует время резки.

5. Процесс или процессы заставляют учитывать требования к качеству изделий и скорости изготовления.

6. Нельзя забывать о геометрической форме изделия при выборе процесса или процессов изготовления.

7. Необходимая чистота обработки поверхности и точность размеров также оказывают влияние на выбор процесса или процессов.

Издержки на механические операции составляют значительную часть стоимости изделия, в частности, если принимаются во внимание затраты, необходимые для какой-либо операции по выполнению конкретных допусков. В качестве примера рассмотрим стоимость ряда последовательных процессов для выполнения операции с допуском 0,10 мм (табл. 7).

Таблица 7

Стоимость процессов для выполнения операции с допуском 0,10 мм

Механический процесс	Стоимость процесса
Профилирование	Самый дорогой
Строгание	Средние по стоимости
Горизонтальная расточка	
Фрезерование	
Обработка на револьверной головке (токарно-револьверный станок)	Самый дешевый

Стоимость всех процессов увеличивается, если возрастает требуемый допуск. При высоких допусках шлифовка является одним из дешевых процессов. Как показано в табл. 8, различные механические операции дают также и различную чистоту обработки.

Таблица 8

Чистота обработки

Механический процесс	Шероховатость R_a (мкм)	Состояние поверхности
Строгание и профилирование	25...8	Наименее гладкая
Сверление	8...1,6	Средняя по чистоте обработки
Фрезерование	6,3...0,8	
Токарная обработка	6,3...0,4	
Шлифовка	1,6...0,1	Самая гладкая

Выбор процесса будет зависеть, таким образом, от требуемой геометрической формы изделия. В табл. 9 указаны процессы, которые могут применяться для различных геометрических форм.

Таблица 9

Механические процессы для конкретных геометрических форм

Тип поверхности	Подходящий процесс
Плоская	Профилирование, строгание, фрезерование лицевой стороны, шлифовка поверхности
Наружная цилиндрическая	Токарная обработка, шлифовка
Внутренняя цилиндрическая	Сверление, расточка, шлифовка
Плоская и контурная, пазы	Фрезерование, шлифовка

щим инструментом части материала заготовки (рис. 18, 19).

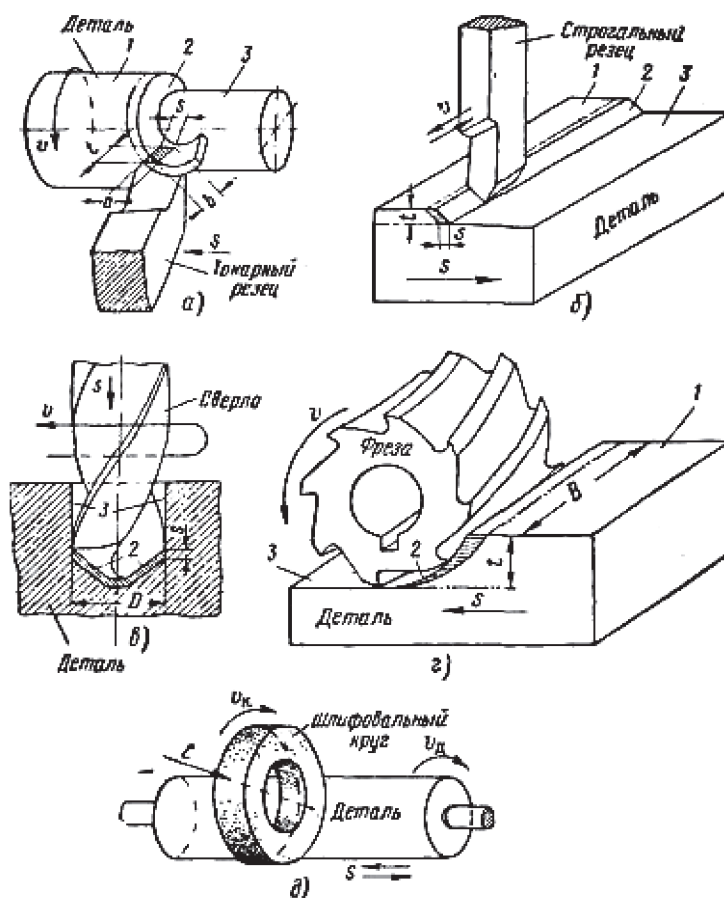


Рис. 18

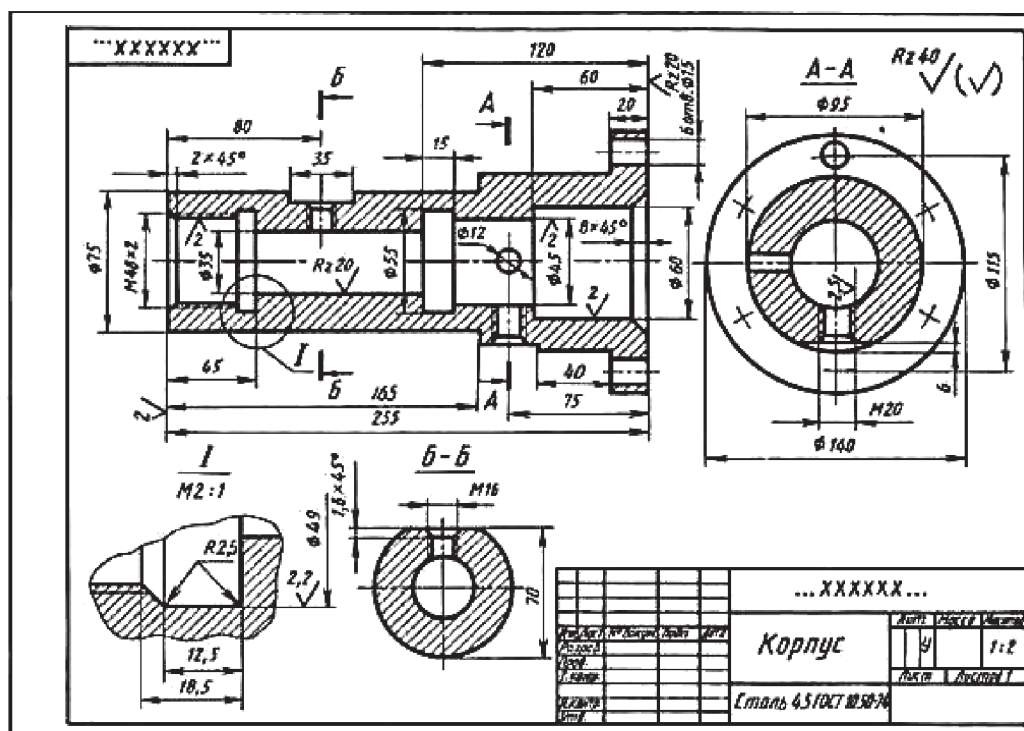


Рис. 19

Механическая обработка является относительно долгим процессом, если сравнивать ее с другими методами формирования материалов. Однако это очень гибкий процесс, который предоставляет широкий выбор разнообразных форм. Значительная часть общей стоимости механической обработки изделия обусловлена временем настройки станков при переходе от одного этапа механической обработки к другому. При сокращении числа этапов механических обработок и, следовательно, времени настройки станков становится возможной значительная экономия. Таким образом, важно обращать внимание на чередование операций механической обработки и выбор станка.

5.2. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛИ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

На поверхности, обработанной токарным резцом, образуются микронеровности в виде винтовых выступов и винтовых канавок (рис. 20). Микронеровности, расположенные в направлении подачи S , образуют поперечную шероховатость, а микронеровности, расположенные в направлении скорости резания v , – продольную шероховатость.

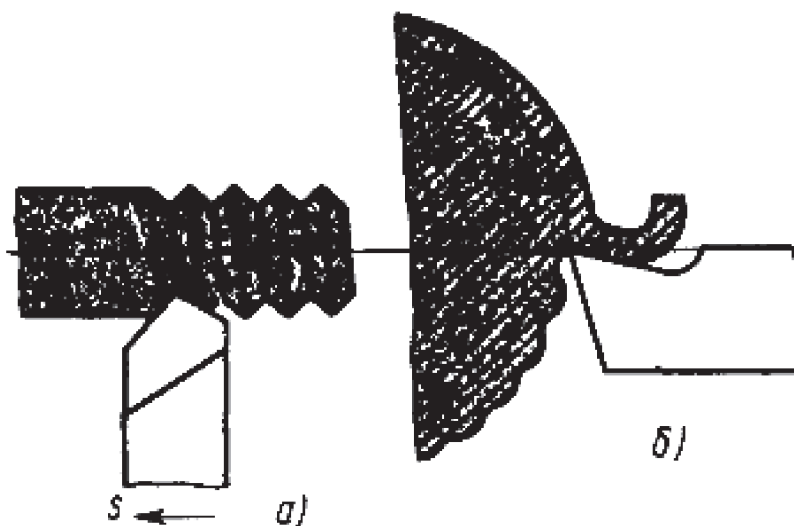


Рис. 20. Образование поперечной (а) и продольной (б) шероховатости поверхности при токарной обработке

Высота H и характер микронеровностей зависят от обрабатываемого материала, режимов резания, геометрии режущих кромок инструмента и др.

Микронеровности на поверхности деталей в большинстве случаев являются следами режущих кромок инструмента, расположение которых зависит от подачи (рис. 21). Изменяя геометрические параметры режущего инструмента и режимы резания, можно существенно менять характеристики шероховатости поверхности при обработке одинаковых по физико-механическим свойствам материалов.

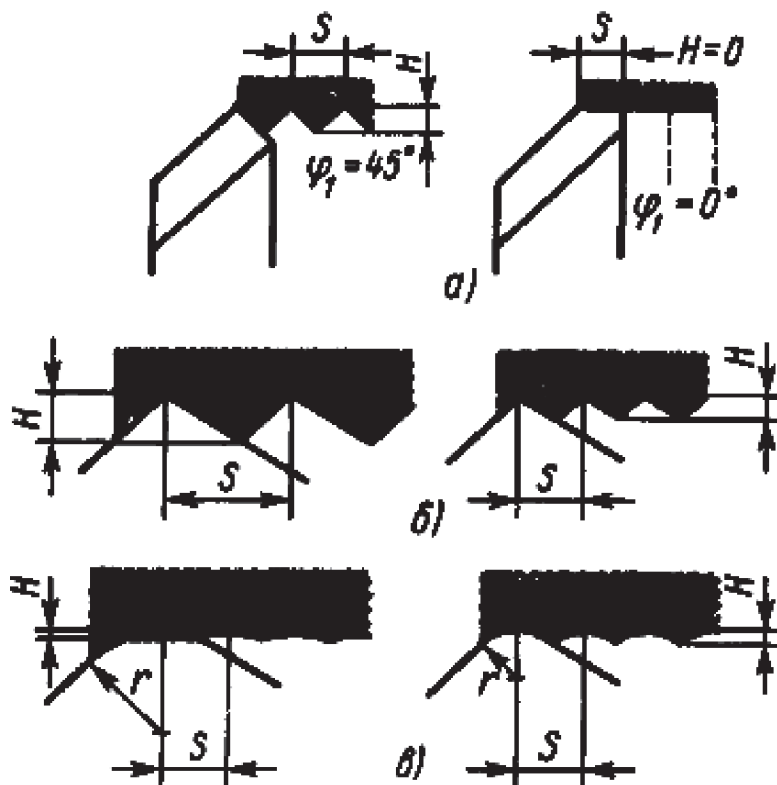


Рис. 21. Высота микронеровностей при точении:

а – с вспомогательным углом ϕ_1 в плане, *б* – с подачей S ,
в – с радиусом r скругления режущей кромки резца

Шероховатость обработанной поверхности повышается (до $R_a = 6,3 \div 12,5$ мкм), когда обработку ведут на скоростях резания, способствующих наростообразованию. При обработке на высоких скоростях резания (150–300 м/мин) шероховатость обработанной поверхности снижается (до $R_a = 1,6 \div 0,8$ мкм). По мере увеличения скорости резания глубина наклепа возрастает.

При высоких скоростях резания (200–600 м/мин) возникает явление разупрочнения, которое уменьшает глубину наклепа. При обработке легированных и высокопрочных сталей, имеющих низкие пластичные свойства, остаточные напряжения сжатия образуются при скоростях резания около 400–600 м/мин. При обработке конструкционных сталей марок 20 и 45 остаточные напряжения сжатия возникают при скоростях резания 500–800 м/мин.

С увеличением скорости резания и уменьшением шероховатости до оптимальной износостойкость и коррозионная стойкость увеличиваются. Усталостная прочность повышается с увеличением степени и глубины наклепа, а также с повышением остаточных напряжений сжатия.

При увеличении подачи шероховатость обработанной поверхности повышается, глубина наклепа возрастает. Увеличение подачи способствует также увеличению остаточных напряжений и уменьшению износостойкости и коррозионной стойкости. Усталостная прочность в этом случае повышается.

Применение инструментов с отрицательными передними углами γ , от -15° до -45° , способствует образованию в поверхностном слое остаточных напряжений сжатия и повышению усталостной прочности. Увеличение зоны соприкосновения инструмента с обработанной поверхностью детали приводит к повышению трения и увеличению шероховатости обработанной поверхности (до R_a пример 6,3 мкм).

При увеличении заднего угла α в пределах $3 \div 15$ град глубина наклепа уменьшается. На износостойкость материала задний угол не оказывает существенного влияния, при углах в пределах от 3 до 15 град усталостная прочность может незначительно снижаться.

При увеличении главного угла φ в плане от 30 до 60 град шероховатость обработанной поверхности возрастает, при черновой обработке значительно, а при отделочной – до $R_a = 1,6 \div 3,2$ мкм. Уменьшение главного угла φ в плане от 90 до 45° вызывает уменьшение глубины наклепа и снижение усталостной прочности. При увеличении вспомогательного угла φ_1 в плане шероховатость поверхности увеличивается, при черновой обработке до R_a пример 16 мкм, а при отделочной – до R_a пример $1,6 \div 3,2$ мкм. При неблагоприятном угле γ наклона режущей кромки могут возникнуть царапины обработанной поверхности сходящей стружкой. Увеличение радиуса r закругления резца в пределах от 0,5 до 4 мм снижает шероховатость обработанной поверхности; износостойкость повышается в пределах оптимальной шероховатости, усталостная прочность увеличивается. Шероховатость обработанной поверхности возрастает (до $R_a = 6,3 \div 12,5$ мкм) по мере затупления инструмента. Применение тщательно доведенного инструмента способствует уменьшению глубины наклепа. Износостойкость и усталостная прочность изменяются до установленных оптималь-

ных значений шероховатости и наклепа. Увеличение радиуса r закругления режущей кромки способствует увеличению глубины наклепа и остаточных напряжений. С их увеличением усталостная прочность повышается.

Явление слипаемости материала заготовки с передней поверхностью инструмента приводит к увеличению высоты микронеровностей, и наоборот, при использовании твердосплавных и керамических резцов шероховатость снижается.

С повышением твердости обрабатываемого материала уменьшается объем металла, подвергаемый пластической деформации, а установленная прочность повышается. При обработке малоуглеродистой стали мелкозернистой структуры на малых скоростях образуется менее шероховатая поверхность. При обработке на высоких скоростях шероховатость поверхности снижается.

5.3. ДЕТАЛИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ЛИТЬЕМ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Литье можно применять для деталей массой приблизительно от 10^{-3} кг до 10^4 кг, с толщиной стенок примерно от 0,5 мм до 1 м. Для отливок нужны закругленные ребра, без резких изменений профиля, наклоны поверхностей должны быть постепенными. Литье является оптимальным методом изготовления в следующих условиях (за исключением узлов, которые достаточно просты для изготовления их экструзией или глубоким волочением):

1. Деталь имеет большую внутреннюю полость. В этом случае должно быть удалено значительное количество металла, если применяется механическая обработка; литье устраняет необходимость этой обработки.

2. Деталь имеет сложную внутреннюю полость. Вполне вероятно, что невозможна механическая обработка; литьем, однако, могут быть выполнены очень сложные внутренние полости.

3. Деталь сделана из материала, который тяжело обрабатывается механически. Твердые материалы могут обрабатываться механически очень тяжело, например белый литейный чугун; но этой проблемы не существует у литья.

4. Применяемый металл является дорогим, и из-за этого должны быть небольшие его затраты. При механической обработке затрачивается материала больше, чем при литье.

5. Отличие свойств материала в разных направлениях должно быть минимизировано. Металлы, подвергнутые процессам обработки, часто имеют свойства, которые отличаются по разным направлениям.

6. Блок имеет сложный профиль. Литье может быть экономичней, чем монтаж блока из отдельных деталей. Важно обсудить, где применять песочное литье, а в какие процессы литья включить стоимость механической обработки для изготовления литейных форм. Когда требуется много одинаковых отливок, использование литейной формы, которую можно применять многократно, дает возможность распределить стоимость этой литейной формы на множество деталей и сделать процесс экономичным. А там, где требуется только одиночное изделие, применяемая форма должна быть как можно дешевле, поскольку полная стоимость будет приходиться на единственное изделие.

В табл. 10 приведены основные характеристики различных процессов литья.

Следующие факторы в значительной степени определяют тип применяемого процесса литья:

1. Большая тяжелая отливка. Песочное литье может применяться для очень больших отливок.

2. Сложная конструкция. Песочное литье является наиболее гибким методом и может применяться для очень сложных отливок.

3. Тонкие стенки. Стенки толщиной почти в 1 мм можно получать литьем по выплавляемым моделям или под давлением. Песочным литьем такие тонкие стенки получить невозможно.

Таблица 10

Процессы литья

Процесс – литье	Обычные материалы	Толщина сечения (мм)	Масса (кг)	Шероховатость R_a (мкм)	Скорость изготовления (деталь/ч)
1	2	3	4	5	6
Песочное	Большая часть	>4	0,1...200000	25...12,5	1...60
Кокильное	Кроме железных сплавов	3...50	0,1...200	3,2...1,6	5...100
По выплавляемым моделям	Все	1...75	0,005...700	3,2...1,6	>1000

1	2	3	4	5	6
Центробежное	Большая часть	3...100	Ø 25 мм ...1,8 м	25...12,5	>50
Под давлением: высокое давление	Кроме железных сплавов	1...8	0,0001...5	1,6...0,8	>200
Под давлением: низкое давление	То же	2...10	0,1...200	1,6...0,8	>200

4. Качественное воспроизведение детали. Литье под давлением и литье по выплавляемым моделям дают хорошую воспроизводимость детали. Песочное литье делает это хуже всех.

5. Высокая чистота поверхности. Литье под давлением или литье по выплавляемым моделям дают наилучшую чистоту поверхности, песочное литье — наихудшую.

6. Сплавы с высокой точкой плавления. Может применяться песочное литье или литье по выплавляемым моделям.

7. Стоимость механической обработки. Самая высокая стоимость при литье под давлением. Песочное литье дешевле. Однако при большом количестве изделий стоимость механической обработки для металлических форм распределяется по большому числу отливок, тогда как стоимость формы для песочного литья одинакова, и не имеет значения, сколько отливок было сделано, поскольку для каждой отливки требуется новая форма.

В таблице 11 отражены типичные приложения литья.

Таблица 11

Типичные приложения литья

Тип литья	Приложения
Песочное	Блоки двигателей, станины металлорежущих станков, корпуса насосов
Кокильное	Головки цилиндров, поршни, зубчатые передачи и болванки
По выплавляемым моделям	Станины металлорежущих станков, лопатки турбин, компоненты блоков
Центробежное	Трубы, барабанные тормоза, маховички шкивов, орудийные стволы
Под давлением	Коробки передач, устройства для бытовых целей, детали насосов

Литейными базами называют черновые необработанные поверхности, а также плоскости, проходящие через оси поверхностей.

Обычно в литой детали по каждой из трех осей координат выбираются одна литейная база и одна основная база для механической обработки. Литейная база и база механической обработки связываются по каждой оси координат только одним размером, в соответствии с ГОСТ 2.307–68, п 1.16.

От литейных баз ведется первоначальная механическая обработка, в целях создания базы для последующих операций.

Литейная технология и последующая за ней механическая обработка являются процессами взаимосвязанными. Если при нанесении на чертеж размеров базы выбраны правильно, то технологический процесс изготовления механической обработки отливки упрощается. При выборе базовых плоскостей отливки необходимо опираться на следующие положения:

1. Базовые плоскости рекомендуется брать одни и те же при изготовлении модельного комплекта, при контроле литейной формы и отливки и при механической обработке;

2. На базу берется плоскость, которая получается от модели, а не от стержня;

3. Размеры базовой плоскости должны быть возможно меньшими;

4. Расстояние от базовой поверхности отливки до базы механической обработки следует брать наименьшее; базовые поверхности следует брать сторонами одной и той же стенки или еще лучше, на одной плоскости;

5. Базовая плоскость должна находиться в некотором среднем положении к другим поверхностям отливки, тогда размеры от базы до самой удаленной поверхности будут наименьшими, как и допуски на них;

6. Если в конфигурации отливки отсутствуют плоскости, удовлетворяющие условиям выбора базы, то делают специальные технологические приливы, поверхности которых принимают за базы.

Литейные базы часто совпадают с базами механической обработки, например, оси основных поверхностей детали, являющихся поверхностями вращения.

На рис. 22 литейной базой на оси X является плоскость симметрии цилиндрического отверстия по оси Y – плоскость симметрии всей детали. Эти базы совпадают с базами механической обработки. Литейная база по оси Z с базой механической обработки – нижней плоскостью детали – не совпадает и связана с ним размером «а».

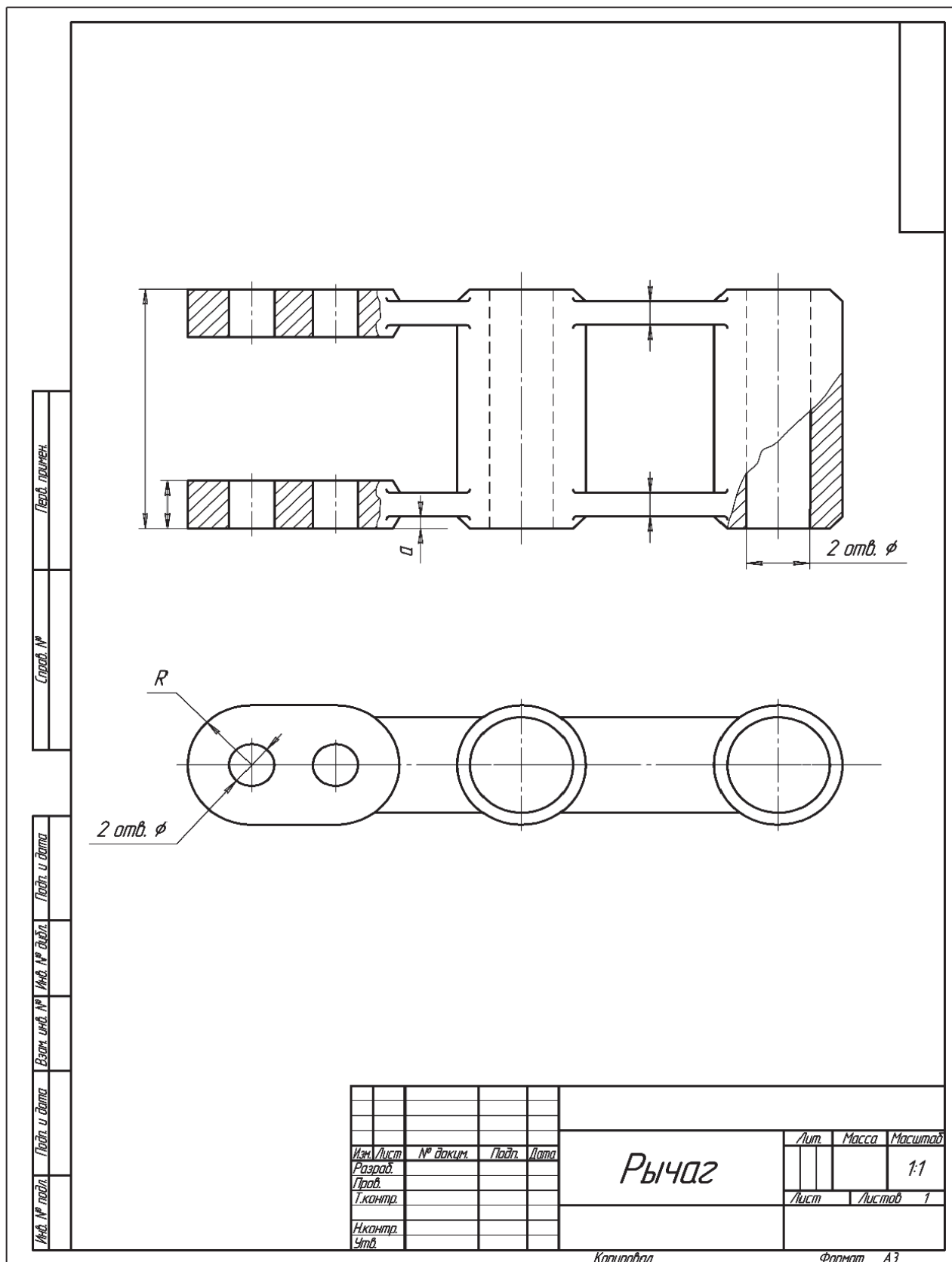


Рис. 22

ГЛАВА 6

Шероховатость поверхности

Знак *Шероховатости* поверхности располагается в панели инструментов *Обозначения* (рис. 23).

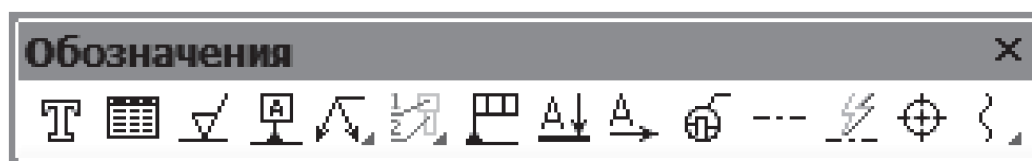


Рис. 23

По умолчанию формируется обозначение шероховатости поверхности, способ обработки которой не устанавливается (рис. 24).

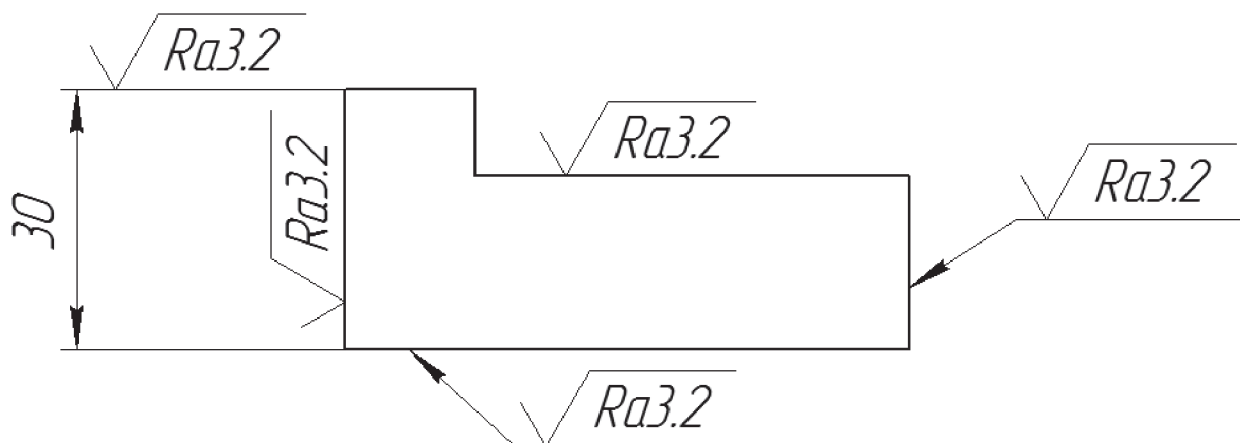


Рис. 24

На *Панели свойств* можно выбирать *Тип* знака во вкладке *Знак*. Для создания обозначения шероховатости поверхности, образованной с удалением или без удаления слоя материала, следует активизировать соответствующий переключатель в соответствующей группе (рис. 25).



Рис. 25

После обращения к окну *Текст* в *Панели инструментов* (рис. 25) открывается диалоговое окно *Введите текст* (рис. 26). После установки курсора в нужной строчке двойной щелчок левой клавишей мыши дает возможность выбрать нужные значения шероховатости из открывшейся таблицы. Нужно нажать на кнопку *OK* и указать точку на чертеже, где должен стоять выбранный знак шероховатости (рис. 27).

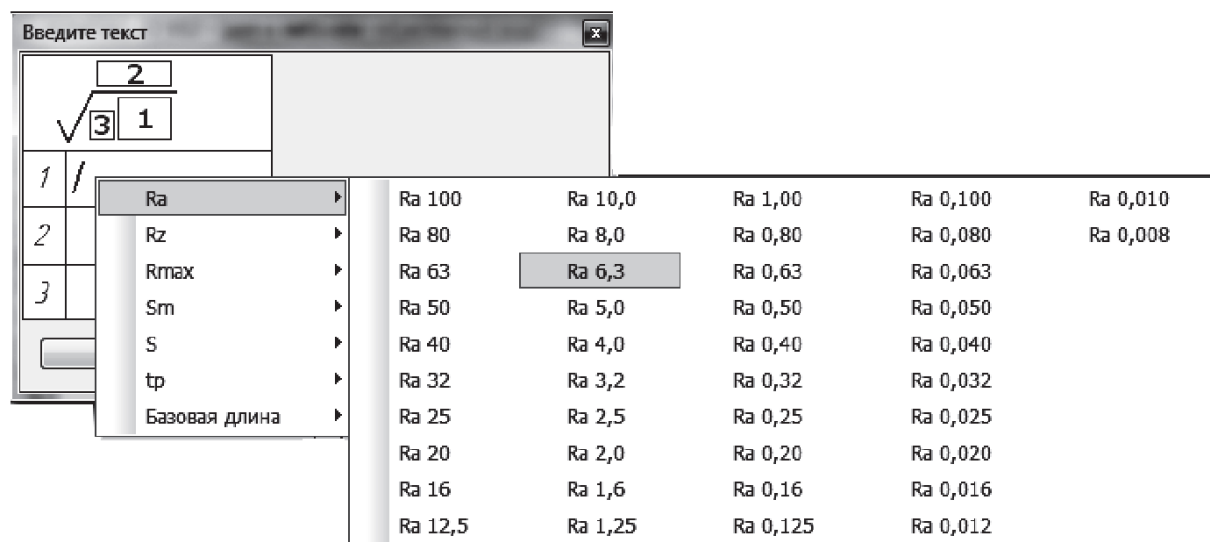


Рис. 26

Если точка установки знака шероховатости будет находиться вне базового объекта, то положение знака будет определяться проекцией заданной точки на объект или его продолжение. В последнем случае базовый объект автоматически будет продолжен на нужное расстояние тонкой линией (рис. 28).

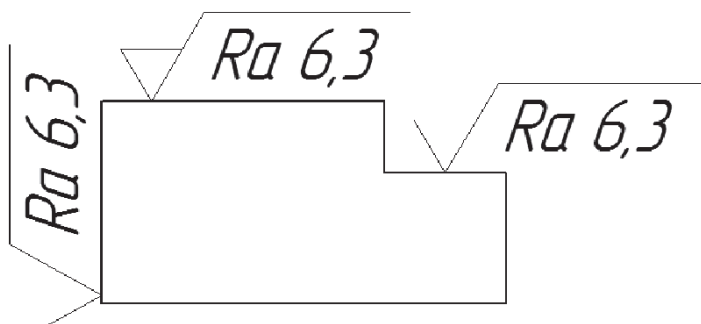


Рис. 27

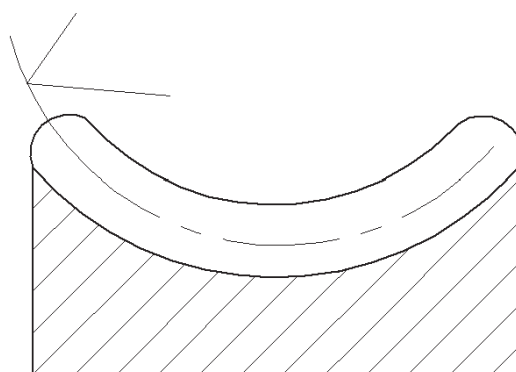


Рис. 28

Если в обозначении шероховатости должны содержаться дополнительные сведения, то в диалоговом окне ввода надписи можно начать ввод текста – диалог автоматически появится на экране после двойного щелчка левой клавиши мыши (рис. 29).

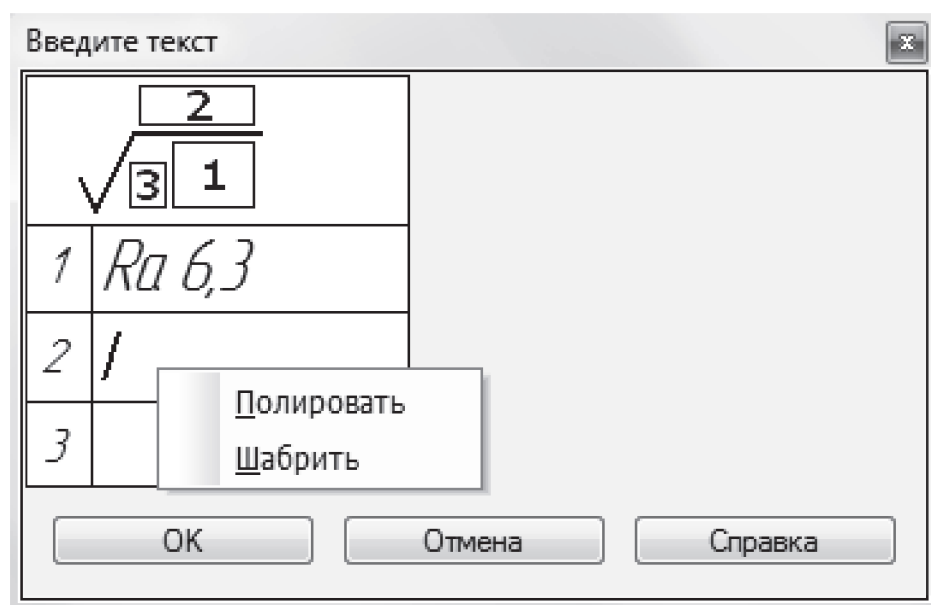


Рис. 29

В первой строчке пользовательское меню содержит параметры шероховатости R_a , R_z , R_{\max} , S_m , S и их значения, параметр относительной опорной длины tr и уровни сечения профиля, а также значения базовых длин.

Во втором поле – названия способов обработки поверхностей.

В третьем – наименования направлений неровностей.

Чтобы изменить отрисовку обозначения шероховатости поверхности, необходимо активизировать вкладку *Параметры Панели свойств* (рис. 30).

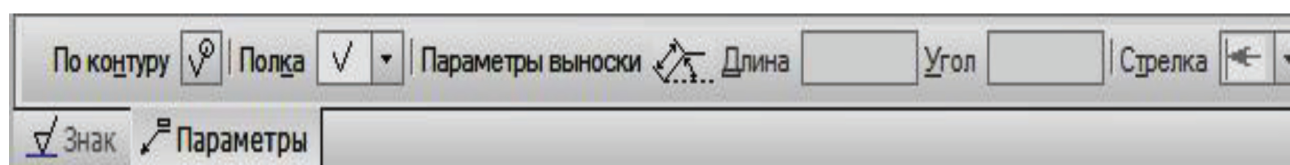


Рис. 30

 – обозначение шероховатости поверхности, образующей контур.

Знак шероховатости может располагаться на полках. Положение полок определяется после обращения в *Панели свойств* к разделу *Полка* (рис. 31). После настройки характера положения полки указывается точка на поверхности объекта и фиксируется положение полки (рис. 32).

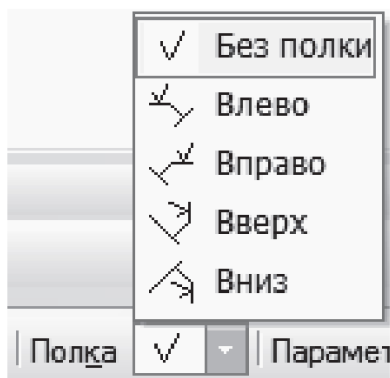


Рис. 31

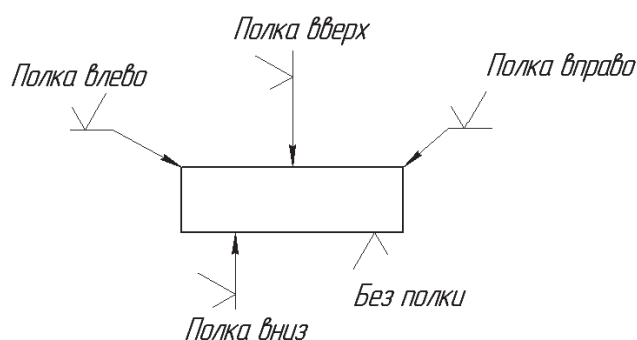


Рис. 32

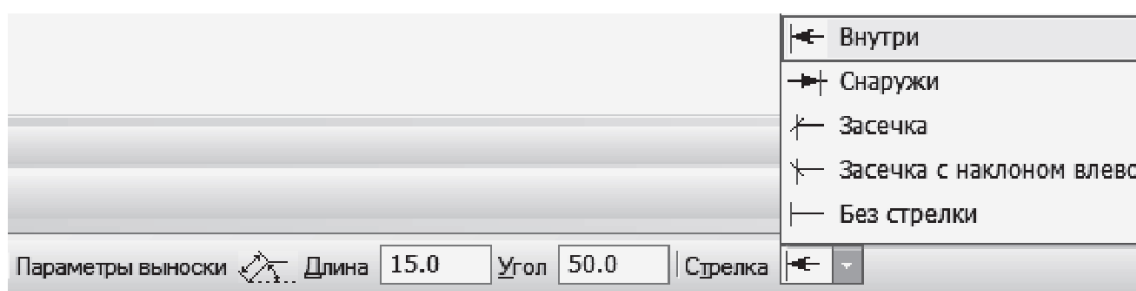


Рис. 33

Для построенной линии выноски после ее выделения можно отредактировать ее длину, угол наклона и форму стрелки. Все эти характеристики отражаются в *Панели свойств*, во вкладке *Параметры* в разделе *Параметры выноски* (рис. 33).

Неуказанная шероховатость поверхности

Неуказанная шероховатость проставляется на чертеже в правом верхнем углу. Для ввода данного знака необходимо обратиться к выпадающему меню *Вставка* → *Неуказанная шероховатость* → *Ввод...*

В диалоговом окне *Знак неуказанной шероховатости* выбрать тип знака с помощью радиокнопки. После двойного щелчка левой клавишей мыши в разделе *Текст* можно установить нужное значение шероховатости (рис. 34).

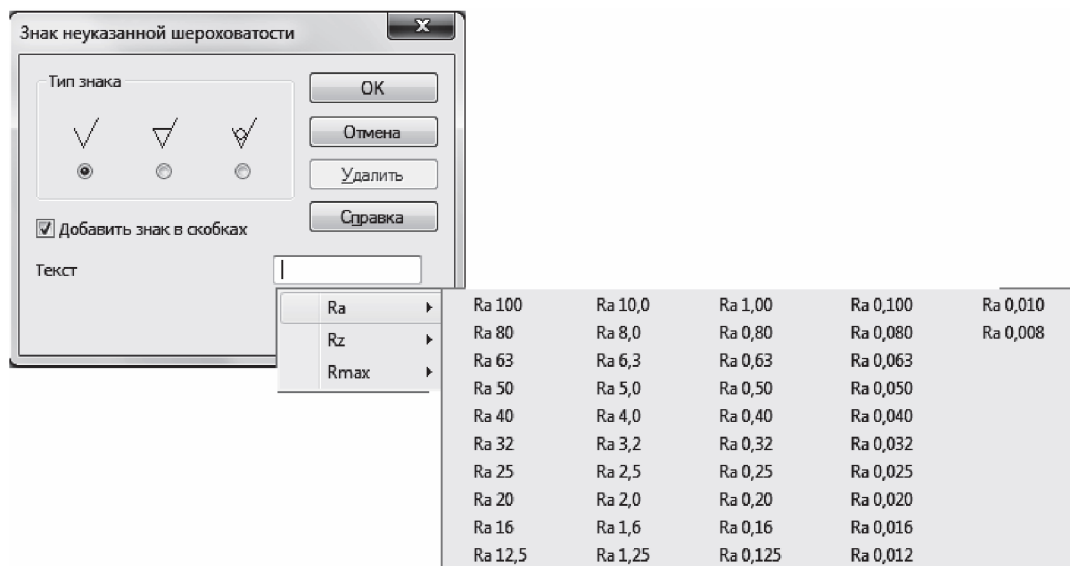
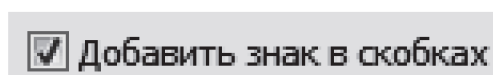


Рис. 34



– опция, управляющая отрисовкой знака в скобках (рис. 35).

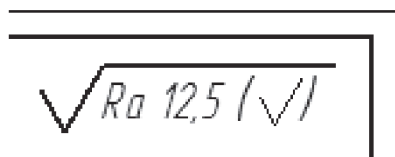


Рис. 35

Текст надписи можно выбрать из таблицы (рис. 34) или вводить с клавиатуры.

По умолчанию знак неуказанной шероховатости располагается в правом верхнем углу чертежа. Расположение этого знака может быть изменено после обращения к меню *Вставка* → *Неуказанная шероховатость* → *Размещение*. Появляются пунктирная рамка вокруг обозначения неуказанной шероховатости и квадратная точка в основании знака – манипулятор, с помощью которого можно перемещать знак неуказанной шероховатости (рис. 36).

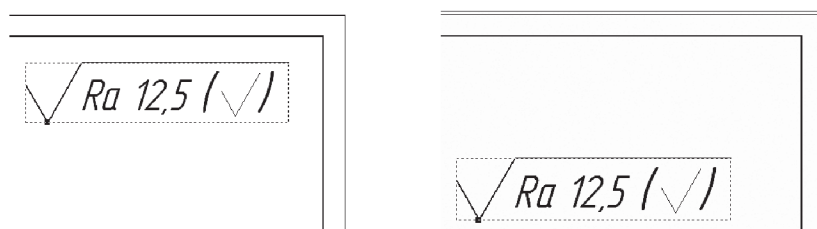


Рис. 36

Настройка параметров текста знака неуказанной шероховатости определяется настройкой документа. Чтобы настроить параметры текста неуказанной шероховатости, нужно обратиться к меню *Сервис* → *Параметры* → *Текущий Чертеж* → *Параметры документа* → *Неуказанная шероховатость* (рис. 37).

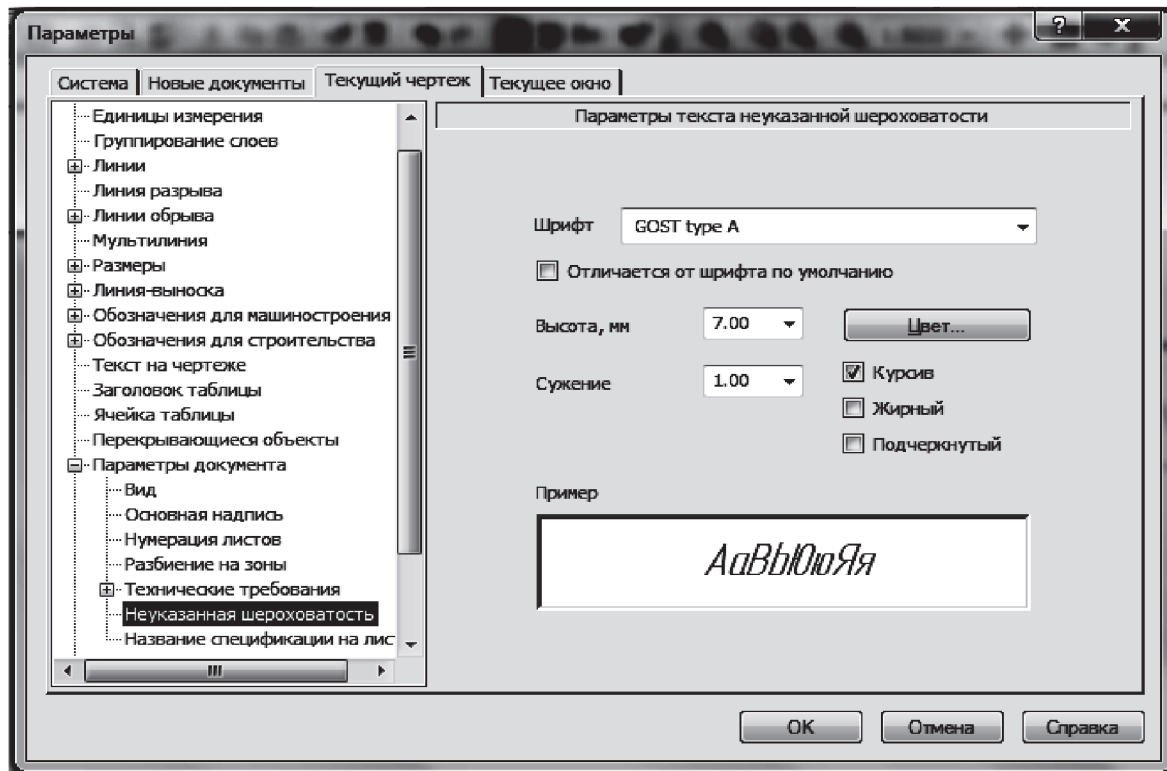


Рис. 37

Настройка параметров текста неуказанной шероховатости хранится в чертеже и не изменяется при его передаче на другое рабочее место.

Если нужно использовать одни и те же параметры текста для неуказанной шероховатости во всех чертежах, то настройки выполняются в следующей последовательности: меню *Сервис* → *Параметры...* → *Новые документы* → *Графический документ* → *Параметры документа* → *Неуказанная шероховатость*.

Изменить знак неуказанной шероховатости можно двойным щелчком левой клавишей мыши по знаку либо вызовом контекстного меню и указанием пункта «Редактировать неуказанную шероховатость» (рис. 38).

Для удаления знака неуказанной шероховатости существует несколько способов:

- в диалоге редактирования (рис. 34);
- вызовом команды *Удалить неуказанную шероховатость* в контекстном меню (рис. 38);
- меню *Редактор* → *Удалить* → *Неуказанная шероховатость*.

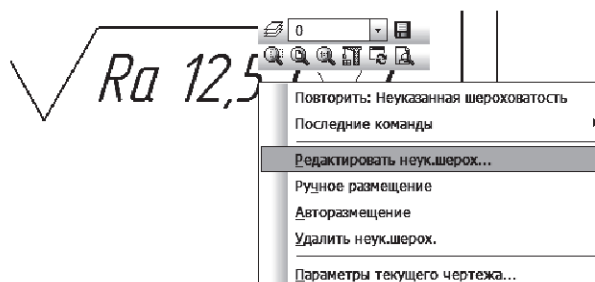


Рис. 38

ГЛАВА 7

Вид, количество и шероховатость поверхностей деталей определяются их значением в механизме. По назначению и взаимодействию поверхности детали разделяют на свободные и соприкасающиеся (сопрягаемые, привалочные).

Свободными называются поверхности, которые не соприкасаются с другими поверхностями.

Соприкасающиеся поверхности разделяют на рабочие и присоединительные.

Рабочими называют поверхности, которые соприкасаются между собой и перемещаются относительно друг друга.

Присоединительными называются поверхности, которые соприкасаются между собой и неподвижны друг относительно друга.

Две соприкасающиеся поверхности должны плотно прилегать друг к другу. Соприкосновение поверхностей деталей происходит по вершинам выступов микронеровностей, образующих контактную поверхность. Контактная поверхность всегда меньше общей поверхности детали.

Надежная работоспособность деталей зависит от качества их рабочих поверхностей, обеспечиваемого в основном на операциях окончательной обработки (шлифовании, полировании, обработке) поверхностным пластическим деформированием (ППД). Методы ППД – одни из наиболее перспективных процессов механической обработки. Многочисленными научными исследованиями установлено, что наиболее эффективным и экологически чистым методом обработки ППД поверхностей деталей является процесс выглаживания с жестким закреплением инструмента. Последний подводят к обрабатываемой поверхности и обеспечивают определенную силу поджатия (натяг). Достигается контактное давление, обуславливающее пластическую деформацию в зоне контакта. Пластическое течение металла приводит к сглаживанию неровностей поверхности с заполнением впадин микропрофиля материалов гребешков, при этом размер детали уменьшается до 15 мкм.

При выглаживании для обеспечения требуемого профиля шероховатости поверхности необходимо учитывать среднюю мощность вибраций выглаживающего инструмента до начала процесса обработки при его перемещении на рабочей подаче.

Таким образом, по значениям средней мощности вибросигналов, поступающих из зоны выглаживания, можно определять диапазоны условий обработки, в которых гарантированно обеспечиваются заданные параметры шероховатости поверхности, формируется регулярный профиль шероховатости.

Микрогеометрия поверхности в совокупности с другими показателями (цветом, пятнистостью, степенью отражательной способности и др.) характеризует шероховатость поверхности. Шероховатость поверхности имеет большое значение при сопряжении детали. Повышение качества поверхности уменьшает трение и износ рабочих поверхностей, увеличивает прочность деталей, особенно при переменных нагрузках; повышает коррозионную стойкость деталей; в тех соединениях, где это необходимо, отвечает требованиям плотности и герметичности. Но сила молекулярного сцепления при особо гладких поверхностях увеличивает трение. Поэтому чрезмерно гладкие трущиеся поверхности плохо смазываются маслом – появляется сухое трение. Время на изготовление и стоимость детали возрастают. Шероховатость поверхности детали зависит:

- от материала, из которого должна быть изготовлена деталь;
- от технологического процесса изготовления детали;
- от инструмента, которым обрабатывается поверхность детали;
- от режима выполнения всех операций обработки.

Таким образом, качество детали находится в прямой зависимости от отделки ее поверхности.

Отделку поверхности детали можно проводить механическим путем. К наиболее грубым способам механической обработки деталей машин относят пескоструйную обработку поверхностей, черновую обработку (обдирку) на токарных, строгальных и фрезерных станках и др.

Поверхности, к которым предъявляются повышенные требования, подвергаются чистовой обработке резцом, шлифованию, доводке на различных станках.

При составлении эскизов готовых деталей и в случаях изготовления деталей по образцам судить о шероховатости можно, например, по эталонам. Можно определить шероховатость поверхностей приближенно, если исходить из следующих соображений:

1. Свободные поверхности деталей могут иметь шероховатость поверхности от $R_a 100$ до $R_a 12,5$. Свободные поверхности, к которым предъявляются особые требования по эксплуатации или их декоративному виду (лопасти гид-

ротурбины и винты самолета, рукоятки управления и т.п.), могут иметь меньшую величину параметра шероховатости.

Соприкасающиеся поверхности могут образовывать подвижное соединение (с зазором) или неподвижное (без зазора).

Присоединительные поверхности неподвижного соединения имеют шероховатость от R_a 12,5 до R_a 3,2. Шероховатость рабочих поверхностей деталей подвижного соединения характеризуется значениями параметра от 3,2 до 0,40 мкм.

2. Шероховатость поверхностей деталей можно определить ориентировочно по табл. 13, зная способ изготовления деталей и способ механической обработки каждой ее поверхности. Соответствующие числовые значения параметра приведены в табл. 1. Шероховатости поверхностей некоторых типовых машин приведены в табл. 12.

ГЛАВА 8

При выполнении учебных заданий «Деталь, механически обработанная», «Армированное изделие», «Чертеж детали, получаемой литьем с последующей механической обработкой», «Чертеж детали, получаемой холодной штамповкой», «Колесо зубчатое» определение шероховатости поверхностей деталей производится путем визуального сравнения исследуемых поверхностей с табл. 12, 13, а также с помощью эталонов.

При производстве учебных заданий «Сборочный чертеж изделия» и «Деталировки 1 и 2 сложности» определение шероховатостей поверхностей деталей следует вести поэтапно, руководствуясь назначением и принципом работы сборочной единицы.

Простановка знаков шероховатостей и определение числовых значений параметров шероховатости рассмотрены на примере работы – комплекта конструкторской документации к сборочной единице «Клапан переливной».

После ознакомления с назначением и принципом работы сборочной единицы по рисунку определяют следующие параметры:

1. Рабочими поверхностями корпуса являются:

- цилиндрическое отверстие (диаметр – 20 мм), в котором перемещается поршень 6, шероховатость этой поверхности (R_a 1,6) выбрана с учетом геометрии подвижности поршня;
- резьбовые поверхности: $M36$ 1 – 6H (общая с деталью 2), $M24$ 1,5 – 6H (общая с деталью 4), R_c 3,8 шероховатость их выдирается, исходя из способа изготовления (резьбонарезные) в пределах от R_a 6,3 до R_a 0,8;
- торцевая поверхность цилиндра ($M36$ 1 – 6H), соприкасающаяся с прокладкой 3 (шероховатость поверхности устанавливается R_a 12,5).

3. Остальные поверхности являются свободными, и их шероховатость выбрана из ряда предпочтительных значений R_a 6,3, исходя из способов механической обработки этих поверхностей (точение, сверление, растачивание).

Таблица 12

Характер поверхности	Параметр Ra , мкм	Типовые поверхности детали
1	2	3
Грубая (с явно выраженными следами обработки)	100–50 50–25 25–12,	Соприкасающиеся поверхности кронштейнов, фланцев, крышек, арматуры, вентилях давления. Нерабочие контуры деталей. Отверстия на проход крепежных деталей. Выточки, проточки. Отверстия масляных каналов на силовых валах. Кромки деталей под сварные швы. Опорные поверхности пружин сжатия. Подошвы корпусов. Внутренний диаметр шлицевых соединений (нешлифованных). Свободные несопрягаемые торцовые поверхности валов, муфт, втулок. Поверхности головок винтов
Получистая (с малозаметными следами обработки)	12,5–6,3	Свободные поверхности валов, стоек, ручек, корпусов, кронштейнов. Поверхности отверстий из-под сверла. Торцовые поверхности под подшипники качения. Поверхности втулок, колец, ступиц, прилегающие к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными
	6,3–3,2	Поверхности корпусов, кронштейнов, втулок, поводков, колец, крышек и других деталей, прилегающих к другим поверхностям. Наружные не соприкасающиеся поверхности зубчатых колес
	3,2–1,60	Сопряженные плоскости неподвижных соединений (опорные плоскости реек, торцовые поверхности деталей, прилегающие к другим деталям, и т. п.)
	1,60–0,80	Внутренние поверхности корпусов под подшипники качения. Поверхности осей для эксцентриков. Поверхности выступающих частей быстровращающихся деталей. Поверхности направляющих типа «ласточкина хвоста»
Чистая (без видимых глазом следов обработки)	0,80–0,40	Наружные диаметры шлицевого соединения. Отверстия пригоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников и др.) Отверстия подшипников скольжения. Трущиеся поверхности малонагруженных деталей. Посадочные поверхности валов под неподвижные соединения. Эвольвентные поверхности профиля зуба стальных зубчатых колес
	0,40–0,20	Поверхности зеркала цилиндров, работающих с резиновыми манжетами. Трущиеся поверхности нагруженных деталей (оси эксцентриков, точные червяки, зубчатые колеса). Рабочие шейки распределительных валов
	0,20–0,100	Посадочные поверхности точных осей и валов малого диаметра. Трущиеся элементы сильно нагруженных деталей. Цилиндры, работающие с поршневыми кольцами

1	2	3
Весьма чистая (определяется только прибором)	0,100–0,050	Поверхности деталей, работающие на трении, от износа которых зависит точность работы механизма
	0,050–0,025	Рабочие шейки валов прецизионных быстроходных станков, механизмов
	0,025–0,012	Зеркальные валики координатно-расточных станков, рабочие поверхности деталей в подвижных соединениях измерительных приборов

Таблица 13

Чтение обозначений шероховатости поверхности														
Среднее арифметическое отклонение профиля $Ra, \mu\text{м}$	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,01
Высота неровностей $Rz, \mu\text{м}$	400	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05
Базовая длина	8		2,5		0,8		0,25		0,08					
Способ обработки	Достижимая шероховатость поверхности													
Ковка в штампах	✓	✓	✓	✓										
Литье в кокиль		✓	✓	✓										
Литье под давлением		✓	✓	✓	✓	✓	✓							
Литье прецизионное				✓	✓	✓	✓							
Прокат					✓	✓	✓	✓	✓					
Прессование из пластмасс						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Опиливание	✓	✓	✓											
Точение	предварит.		✓	✓	✓									
	чистовое				✓	✓	✓	✓						
	тонкое							✓	✓	✓	✓			
Сверление	предварит.			✓	✓	✓	✓							
	тонкое					✓	✓	✓	✓					
Строгание	предварит.	✓	✓	✓	✓									
	чистовое				✓	✓	✓							
	тонкое						✓	✓	✓					
Растачивание	чистовое				✓	✓								
	тонкое						✓	✓	✓					
Фрезерование скоростное	черновое						✓	✓	✓					
	чистовое								✓	✓				
Фрезерование цилиндрическое	предварит.		✓	✓	✓	✓								
	чистовое					✓	✓	✓						
	тонкое							✓	✓					
Развертывание	предварит.							✓	✓					
	точное								✓	✓				
	тонкое									✓	✓			
Шлифование	чистовое						✓	✓	✓					
	тонкое								✓	✓	✓			
Протягивание	чистовое						✓	✓	✓					
	отделочное									✓	✓			
Полірование											✓	✓	✓	✓

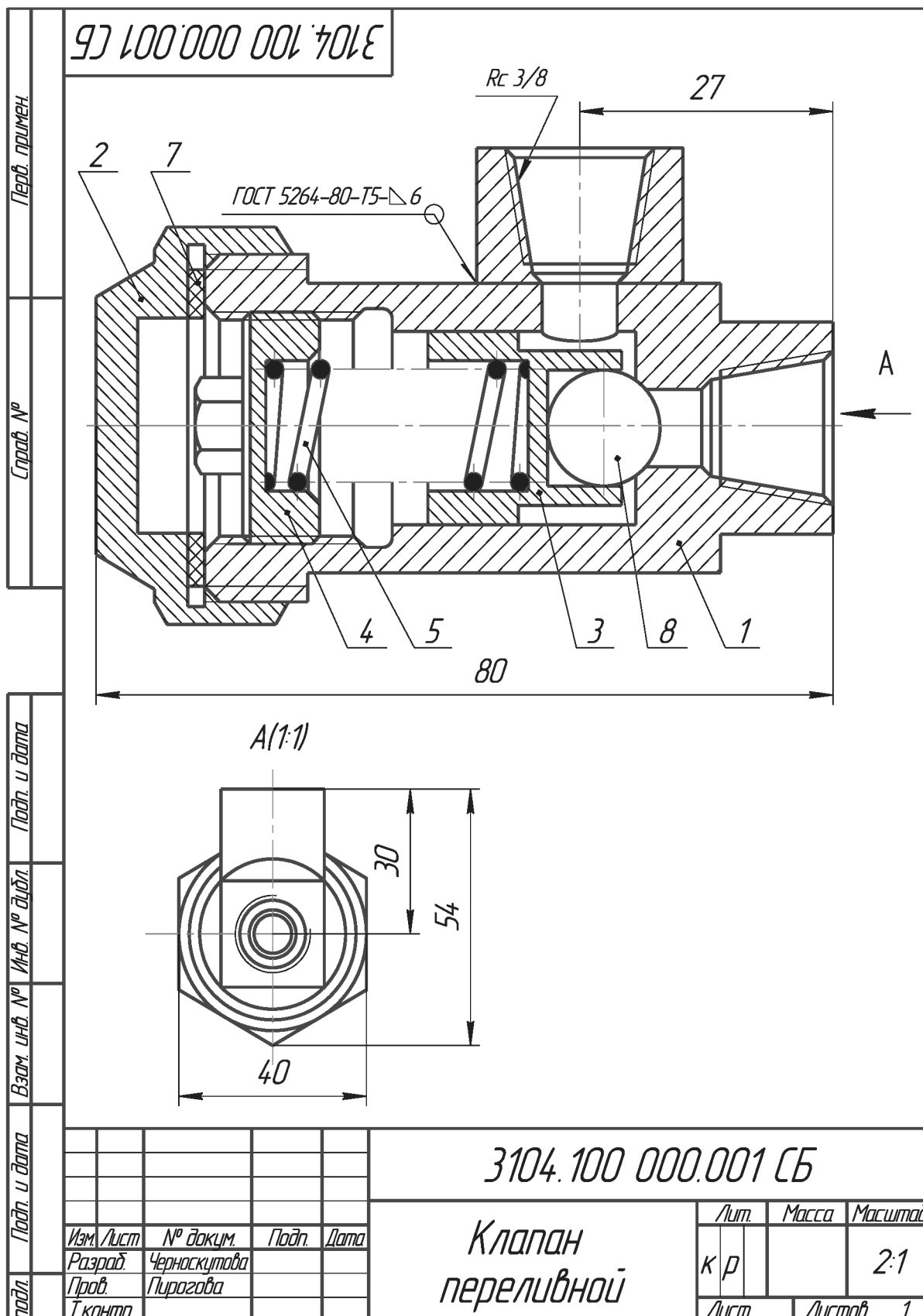


Рис. 40

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документация			
	A4			3104.100 000.001 СБ	Сборочный чертеж			
					Сборочные единицы			
	A4	1		3104.100 100.001 СБ	Корпус	1		
					Детали			
	A4	2		3104.100 001.001	Гайка глухая	1		
	A4	3		3104.100 001.002	Клапан	1		
	A4	4		3104.100 001.003	Гайка регулировочная	1		
	A4	5		3104.100 001.004	Пружина	1	d=3; n=6	
							H _o =35	
Подп. и дата	A4	6		3104.100 001.005	Прокладка	1	резина	
					Стандартные изделия			
Инв. № дудл.		7		3104.100 001.006	Шарик 12 мм	1		
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.				3104.100 000.001				
	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.	ЧерноскUTOва			Клапан переливной	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Пирогова						1
	Н.контр.							
Утв.								

Рис. 42

ПРИЛОЖЕНИЯ

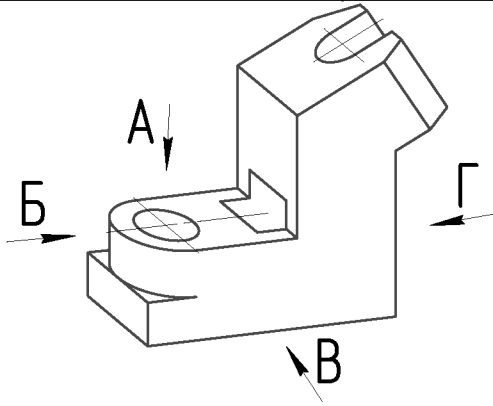
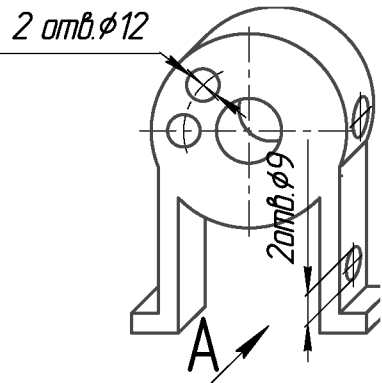
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

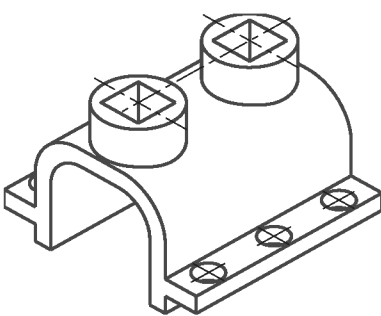
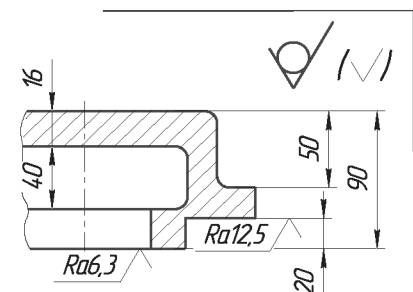
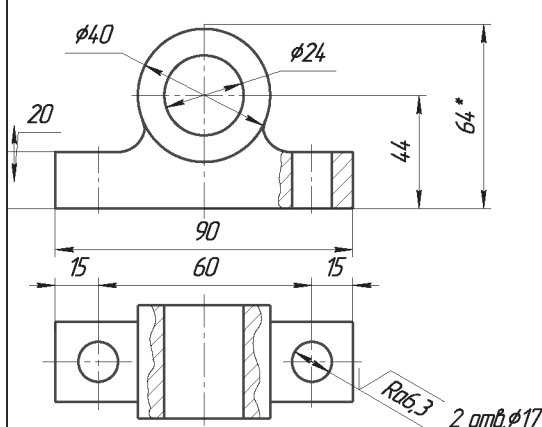
Задание 1

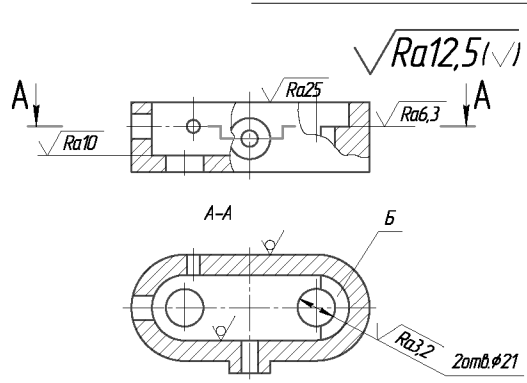
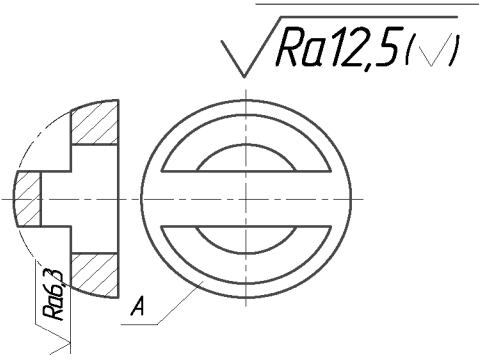
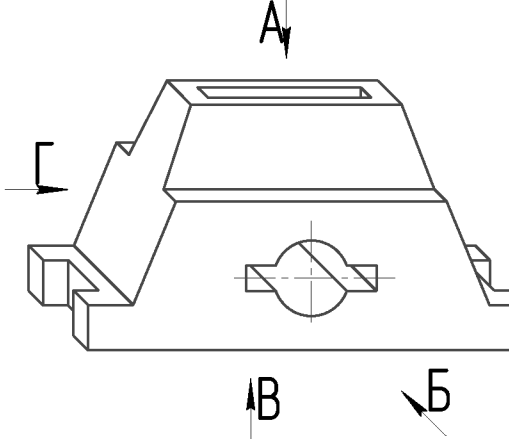
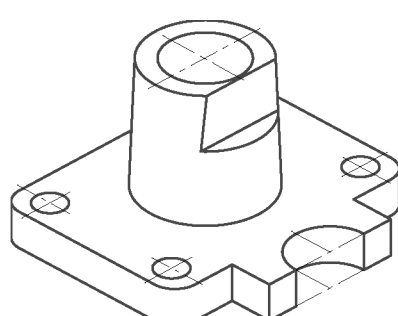
Задание состоит из 15 вариантов, каждый из которых содержит в себе восемь вопросов, закрепляющих теоретический материал по теме «Эскизирование и выполнение рабочих чертежей».

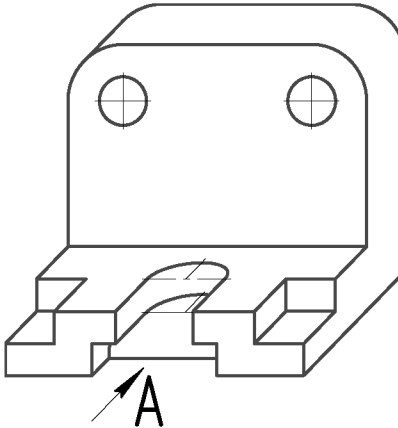
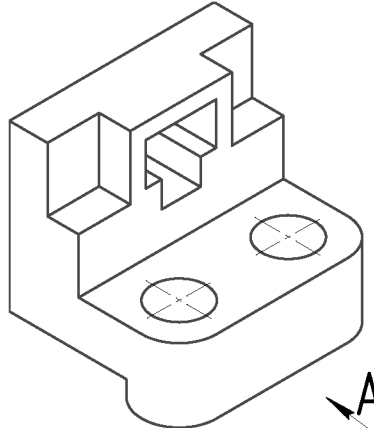
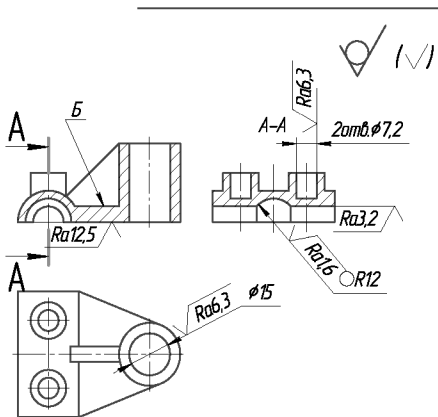
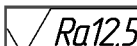
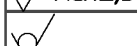

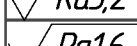
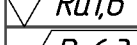
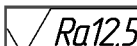
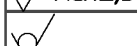

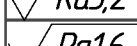
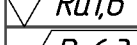
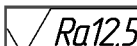
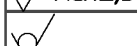

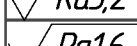
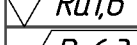
В каждом вопросе представлено несколько вариантов ответов. Задачей студента является выбрать из них один правильный.

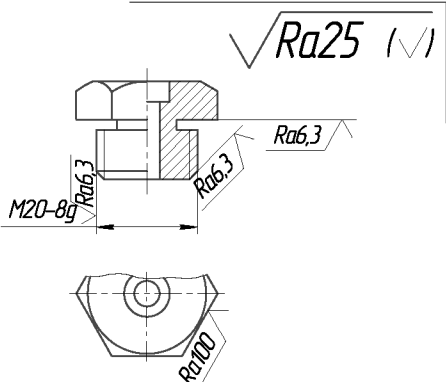
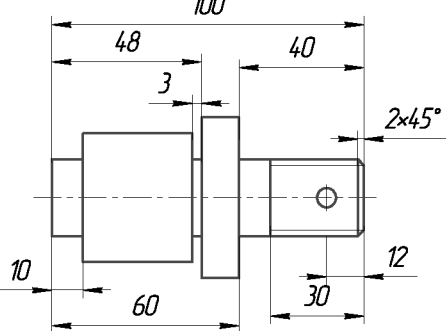
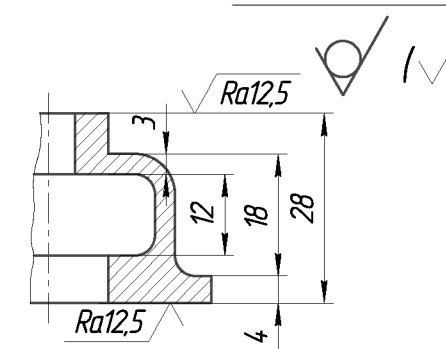
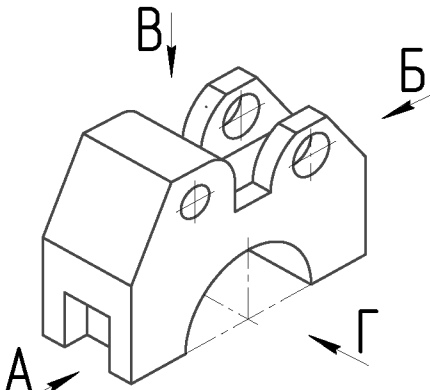
Прежде чем приступить к выполнению задания, студент должен изучить данную тему, а проверкой его знаний будет верное решение всех вариантов.

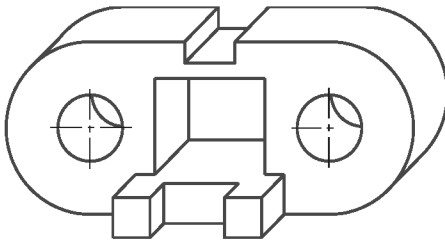
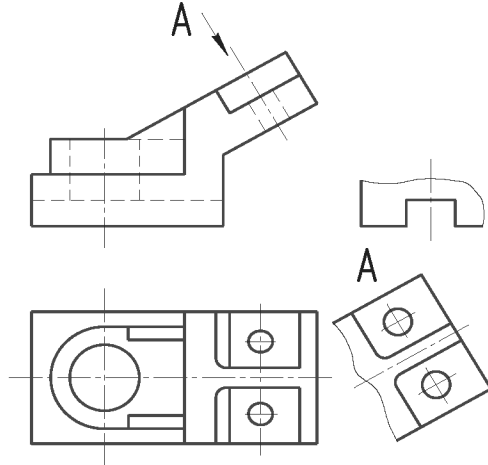
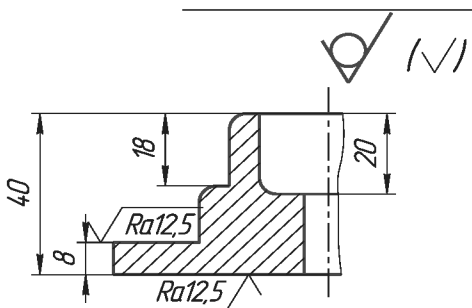
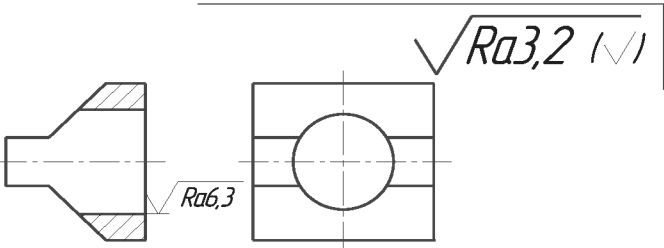
№ задания	Вариант № 1									
1		<p>Какое из заданных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td><i>A</i></td><td><i>1</i></td></tr><tr><td><i>Б</i></td><td><i>2</i></td></tr><tr><td><i>B</i></td><td><i>3</i></td></tr><tr><td><i>Г</i></td><td><i>4</i></td></tr></table>	<i>A</i>	<i>1</i>	<i>Б</i>	<i>2</i>	<i>B</i>	<i>3</i>	<i>Г</i>	<i>4</i>
<i>A</i>	<i>1</i>									
<i>Б</i>	<i>2</i>									
<i>B</i>	<i>3</i>									
<i>Г</i>	<i>4</i>									
2		<p>Следует ли выполнить разрез и какой на главном изображении, принятом в направлении стрелки А?</p> <table><tr><td><i>Разрез не требуется</i></td><td><i>1</i></td></tr><tr><td><i>Местный по осям отв. Ф9</i></td><td><i>2</i></td></tr><tr><td><i>Полный фронтальный разрез</i></td><td><i>3</i></td></tr><tr><td><i>Соединение вида спереди с фронтальным разрезом</i></td><td><i>4</i></td></tr></table>	<i>Разрез не требуется</i>	<i>1</i>	<i>Местный по осям отв. Ф9</i>	<i>2</i>	<i>Полный фронтальный разрез</i>	<i>3</i>	<i>Соединение вида спереди с фронтальным разрезом</i>	<i>4</i>
<i>Разрез не требуется</i>	<i>1</i>									
<i>Местный по осям отв. Ф9</i>	<i>2</i>									
<i>Полный фронтальный разрез</i>	<i>3</i>									
<i>Соединение вида спереди с фронтальным разрезом</i>	<i>4</i>									

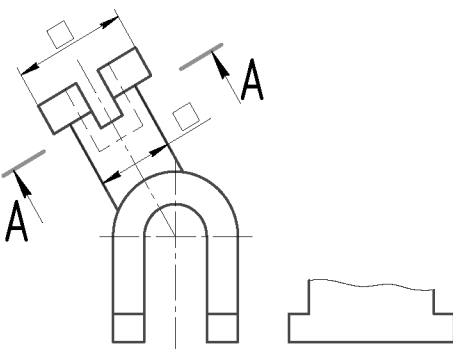
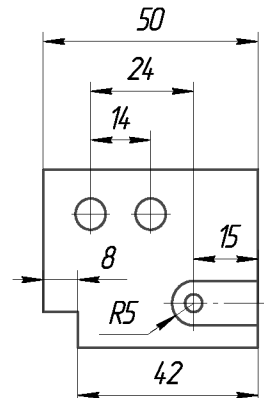
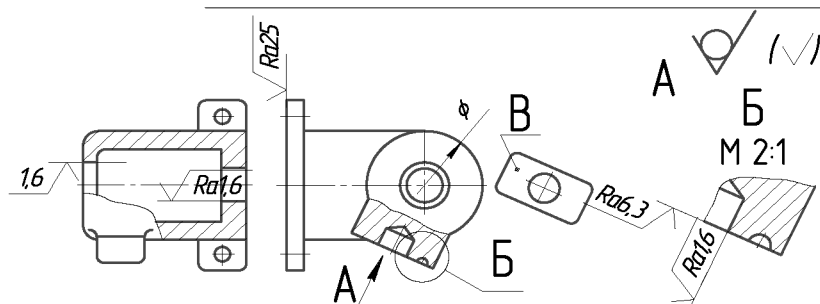
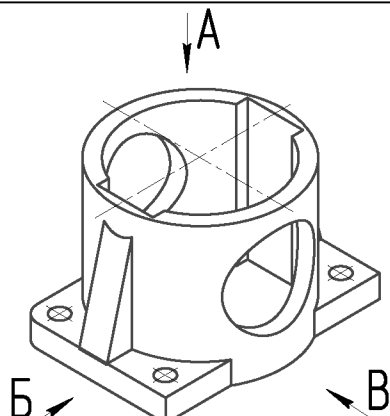
3		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <table><tr><td>Одно</td><td>1</td></tr><tr><td>Два</td><td>2</td></tr><tr><td>Три</td><td>3</td></tr><tr><td>Четыре</td><td>4</td></tr></table>	Одно	1	Два	2	Три	3	Четыре	4						
Одно	1															
Два	2															
Три	3															
Четыре	4															
4	<p>Существуют ли отличия эскиза от рабочего чертежа? Укажите верный ответ:</p> <p>Эскиз от рабочего чертежа ничем не отличается</p> <p>В отличие от чертежа эскиз выполняется без применения инструментов в глазомерном масштабе, который на эскизе не указывается</p> <p>Эскиз выполняется так же, как и рабочий чертеж, в масштабе по ГОСТ 2.302–68, но без применения чертежных инструментов</p>	<table><tr><td>1</td></tr><tr><td>2</td></tr><tr><td>3</td></tr></table>	1	2	3											
1																
2																
3																
5		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>20</td><td>40</td><td>16</td><td>90</td><td>50</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	20	40	16	90	50	1	2	3	4	5				
20	40	16	90	50												
1	2	3	4	5												
6	 <p>*Размер для справок</p>	<p>На чертеже имеется замкнутая размерная цепь, что недопустимо по ГОСТ. Какие размеры следует убрать, чтобы ее избежать?</p> <table><tr><td>44</td><td>20</td><td>15</td><td>φ40</td><td>60</td><td>φ17</td><td>φ24</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr></table>	44	20	15	φ40	60	φ17	φ24	1	2	3	4	5	6	7
44	20	15	φ40	60	φ17	φ24										
1	2	3	4	5	6	7										

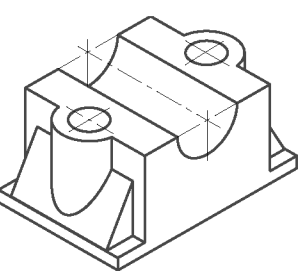
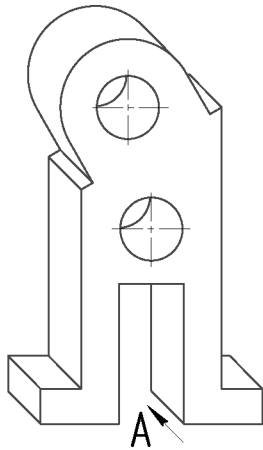
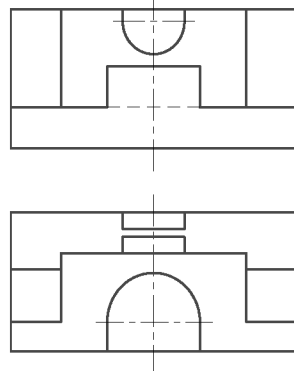
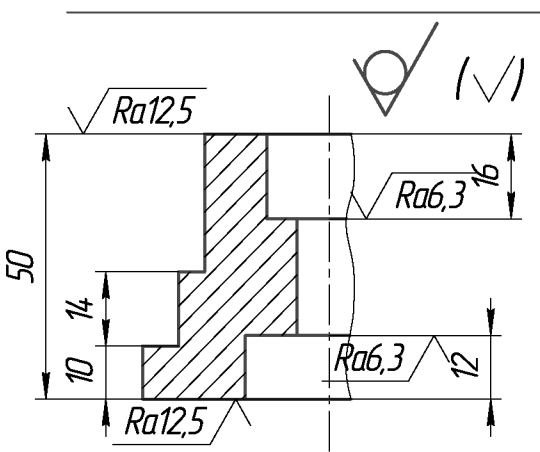
7		<p>Какую шероховатость имеет по- верхность Б?</p> <table><tr><td>$\sqrt{Ra10}$</td><td>1</td><td>$\sqrt{Ra25}$</td><td>4</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra6,3}$</td><td>2</td><td>$\sqrt{Ra6,3}$</td><td>5</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra3,2}$</td><td>3</td><td>$\sqrt{Ra12,5}$</td><td>6</td></tr></table>	$\sqrt{Ra10}$	1	$\sqrt{Ra25}$	4	$\sqrt{Ra6,3}$	2	$\sqrt{Ra6,3}$	5	$\sqrt{Ra3,2}$	3	$\sqrt{Ra12,5}$	6
$\sqrt{Ra10}$	1	$\sqrt{Ra25}$	4											
$\sqrt{Ra6,3}$	2	$\sqrt{Ra6,3}$	5											
$\sqrt{Ra3,2}$	3	$\sqrt{Ra12,5}$	6											
8		<p>Укажите число плоскостей, имеющих такую же шерохова- тость, как и поверхность А:</p> <table><tr><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5		
4	5	6	7	8										
1	2	3	4	5										
№ задания	Вариант № 2													
1		<p>Какое из заданных направлений про- ецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	А	Б	В	Г	1	2	3	4				
А	Б	В	Г											
1	2	3	4											
2		<p>Сколько изображений должен содер- жать чертеж данной детали?</p> <table><tr><td>Одно</td><td>1</td></tr><tr><td>Два</td><td>2</td></tr><tr><td>Три</td><td>3</td></tr><tr><td>Четыре</td><td>4</td></tr></table>	Одно	1	Два	2	Три	3	Четыре	4				
Одно	1													
Два	2													
Три	3													
Четыре	4													

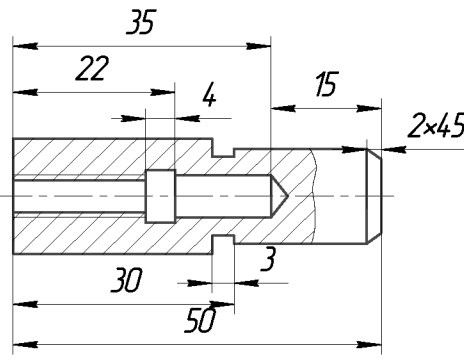
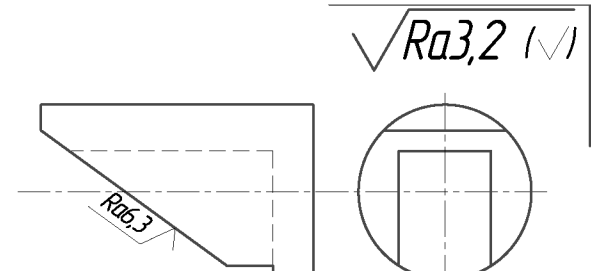
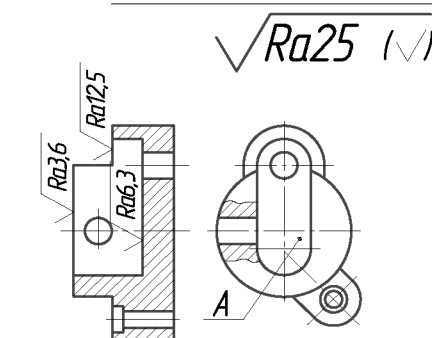
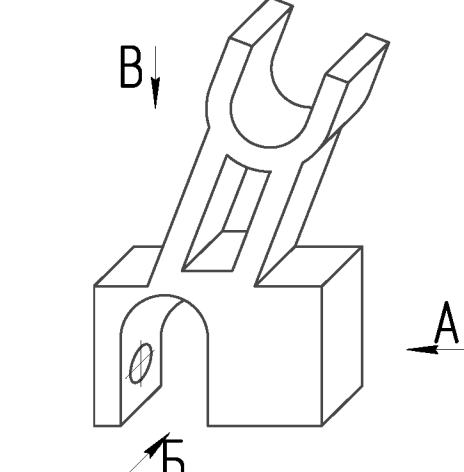
3		<p>Приняв изображение в направлении стрелки А за вид спереди, укажите, какие еще виды необходимо выполнить на чертеже детали?</p> <p>Виды сверху, слева и местный вид снизу 1</p> <p>Виды сверху и слева 2</p> <p>Виды слева и сзади 3</p>										
4		<p>Какой разрез целесообразно выполнить на главном изображении, принятом в направлении стрелки А?</p> <p>Простой фронтальный 1</p> <p>Местный 2</p> <p>Ступенчатый 3</p>										
5		<p>Какую шероховатость имеет поверхность Б?</p> <table><tr><td></td><td>1</td></tr><tr><td></td><td>2</td></tr><tr><td></td><td>3</td></tr><tr><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td>5</td></tr></table>		1		2		3		4		5
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											

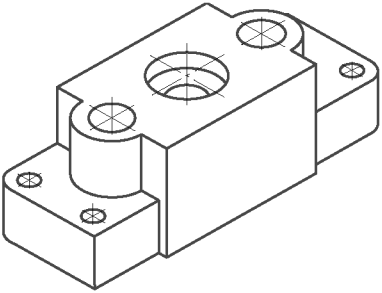
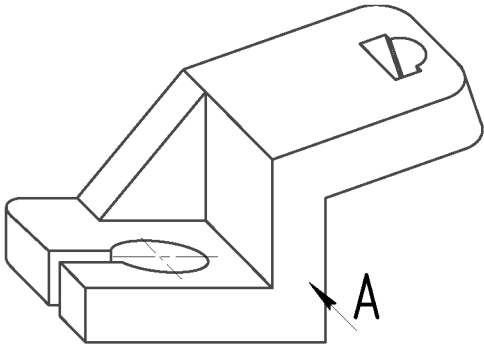
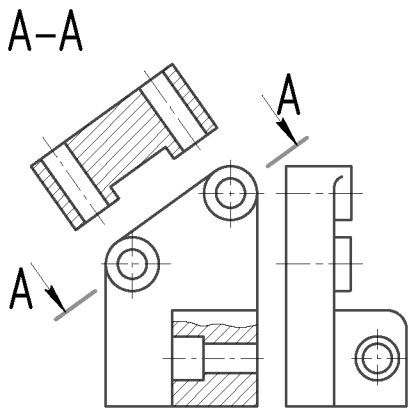
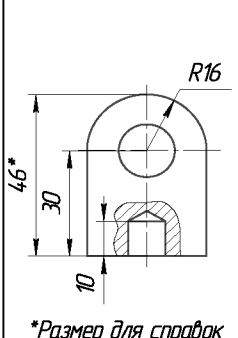
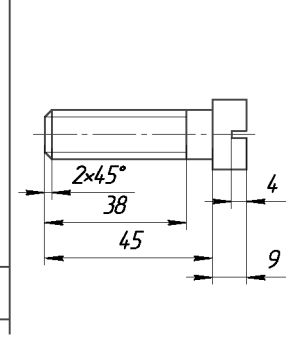
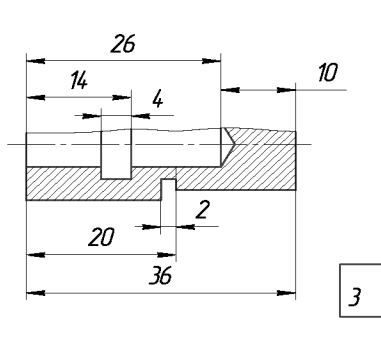
6		<p>Какая шероховатость на данном чертеже является преобладающей?</p> <table border="1"><tr><td>$\sqrt{Ra100}$</td><td>$\sqrt{Ra25}$</td><td>$\sqrt{6,3}$</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	$\sqrt{Ra100}$	$\sqrt{Ra25}$	$\sqrt{6,3}$	1	2	3						
$\sqrt{Ra100}$	$\sqrt{Ra25}$	$\sqrt{6,3}$												
1	2	3												
7		<p>На чертеже имеется замкнутая размерная цепь, что недопустимо по ГОСТ. Какой размер следует убрать, чтобы ее избежать, сохранив при этом размеры 100 и 40?</p> <table><tr><td>48</td><td>10</td><td>30</td><td>60</td><td>12</td><td>3</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr></table>	48	10	30	60	12	3	1	2	3	4	5	6
48	10	30	60	12	3									
1	2	3	4	5	6									
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>12</td><td>3</td><td>1</td><td>4</td><td>28</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	12	3	1	4	28	1	2	3	4	5		
12	3	1	4	28										
1	2	3	4	5										
№ задания	Вариант № 3													
1		<p>Какое из заданных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	A	B	В	Г	1	2	3	4				
A	B	В	Г											
1	2	3	4											

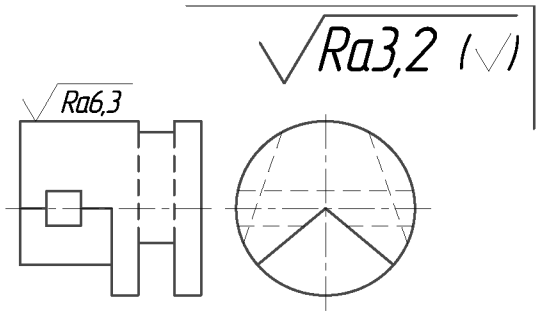
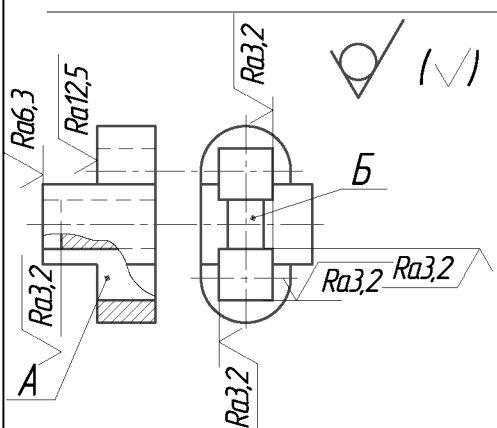
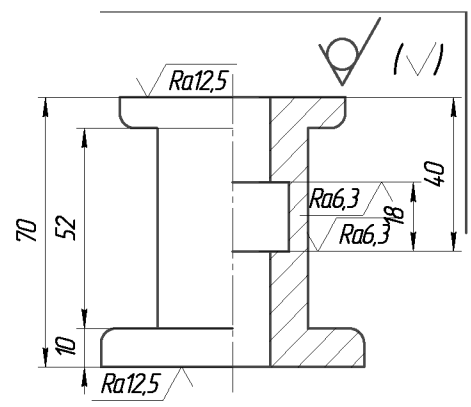
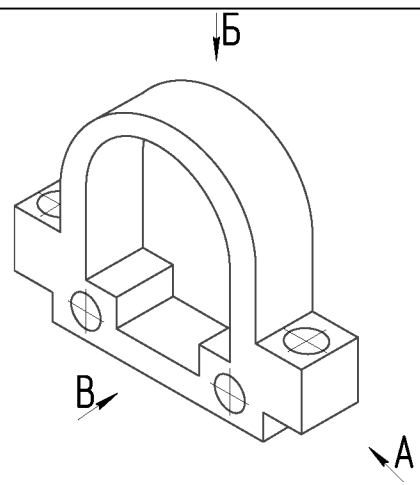
2		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <table><tr><td>Одно</td><td>1</td></tr><tr><td>Два</td><td>2</td></tr><tr><td>Три</td><td>3</td></tr><tr><td>Четыре</td><td>4</td></tr></table>	Одно	1	Два	2	Три	3	Четыре	4
Одно	1									
Два	2									
Три	3									
Четыре	4									
3		<p>Дайте названия видам чертежа, кроме вида спереди:</p> <table><tr><td>Снизу, местный и дополнительный</td><td>1</td></tr><tr><td>Сверху, местный и дополнительный</td><td>2</td></tr><tr><td>Сверху и два местных</td><td>3</td></tr></table>	Снизу, местный и дополнительный	1	Сверху, местный и дополнительный	2	Сверху и два местных	3		
Снизу, местный и дополнительный	1									
Сверху, местный и дополнительный	2									
Сверху и два местных	3									
4		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>18</td><td>8</td><td>20</td><td>40</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	18	8	20	40	1	2	3	4
18	8	20	40							
1	2	3	4							
5		<table><tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	9	10	11	12	1	2	3	4
9	10	11	12							
1	2	3	4							

6		<p>Какие еще виды, разрезы, сечения следует выполнить на чертеже детали?</p> <p><i>Полный фронтальный разрез и разрез A-A</i> 1</p> <p><i>Местный фронтальный разрез и разрез A-A</i> 2</p> <p><i>Вид сверху и разрез A-A</i> 3</p>										
7		<p>На чертеже имеется замкнутая размерная цепь, что не допустимо по ГОСТ. Какой размер следует убрать, чтобы ее избежать, сохранив при этом размеры 42 и 50?</p> <table><tr><td>24</td><td>14</td><td>15</td><td>8</td><td>5</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	24	14	15	8	5	1	2	3	4	5
24	14	15	8	5								
1	2	3	4	5								
8		<table><tr><td></td><td>Ra25</td><td>1</td></tr><tr><td></td><td>Ra16</td><td>3</td></tr><tr><td></td><td>Ra6,3</td><td>4</td></tr></table>		Ra25	1		Ra16	3		Ra6,3	4	
	Ra25	1										
	Ra16	3										
	Ra6,3	4										
№ задания	Вариант № 4											
1		<p>Какое из заданных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>B</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	A	B	B	1	2	3				
A	B	B										
1	2	3										

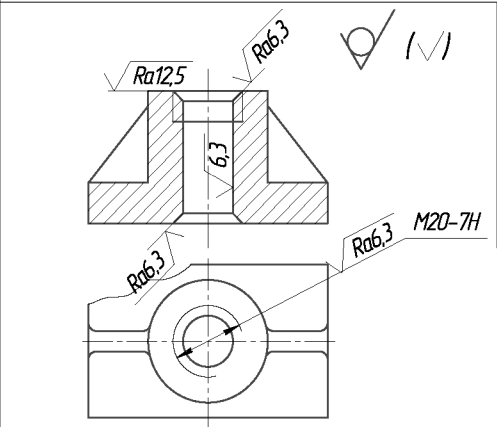
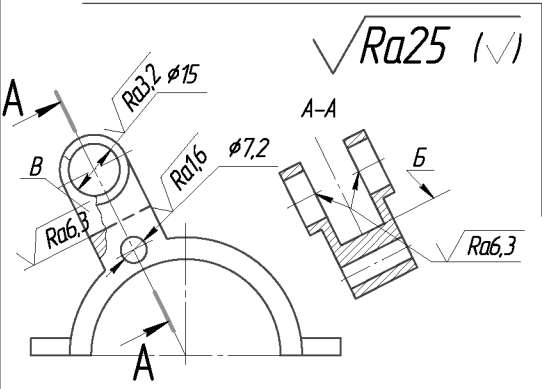
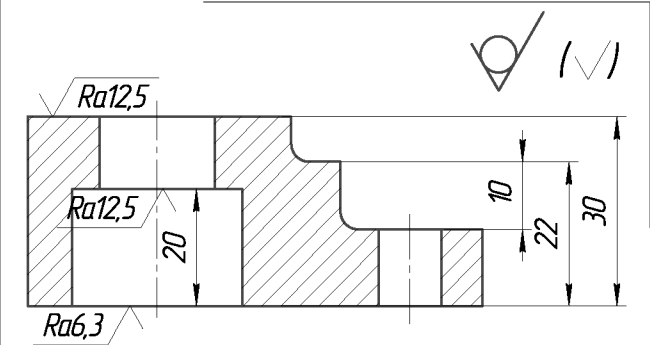
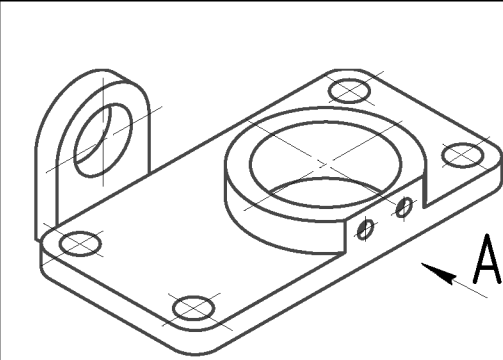
2		<p>Сколько изображений должен содержать чертёж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> <p>Четыре 4</p>										
3		<p>Приняв изображение в направлении стрелки А за главное, укажите, какие еще изображения необходимо выполнить на чертеже детали?</p> <p>Виды сверху и слева 1</p> <p>Ломанный разрез, расположенный на месте вида слева 2</p> <p>Полный профильный разрез, расположенный на месте вида слева 3</p>										
4		<p>Следует ли выполнить разрез на главном изображении? Если следует, то какой?</p> <p>Разрез не требуется 1</p> <p>Местный 2</p> <p>Половину фронтального разреза в соединении с половиной вида спереди 3</p>										
5		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>50</td><td>1</td><td>10</td><td>12</td><td>16</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	50	1	10	12	16	1	2	3	4	5
50	1	10	12	16								
1	2	3	4	5								

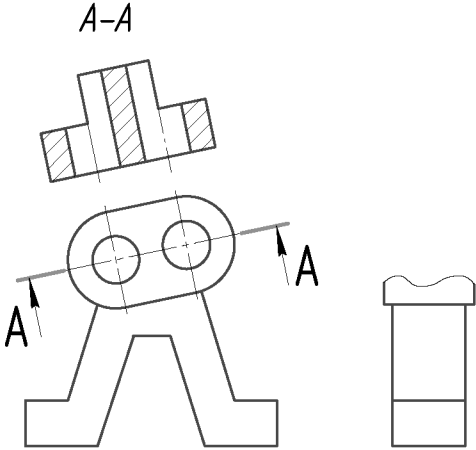
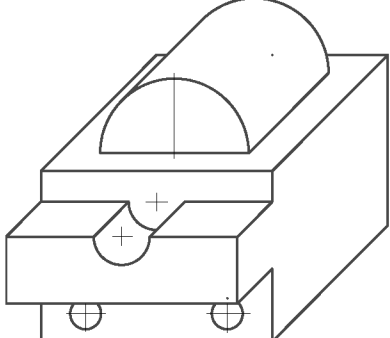



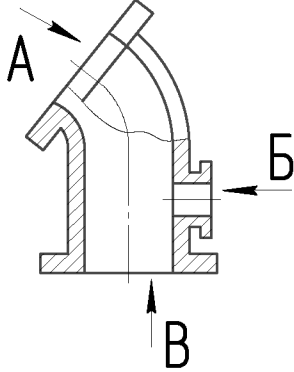
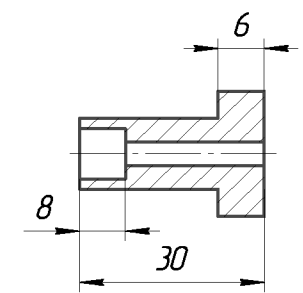
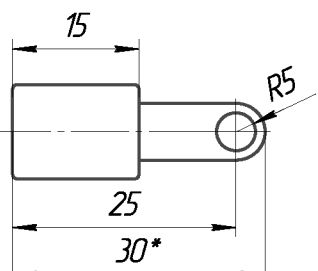
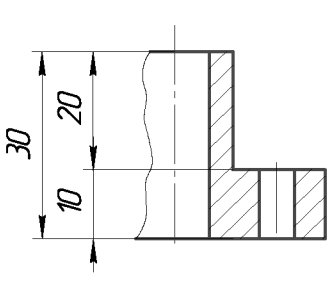
6	 <p>На чертеже имеется замкнутая размерная цепь, что не допустимо по ГОСТ. Какие размеры следует убрать, чтобы ее избежать, сохранив при этом размеры 50 и 35?</p> <table><tr><td>30</td><td>2</td><td>15</td><td>4</td><td>3</td><td>22</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr></table>	30	2	15	4	3	22	1	2	3	4	5	6
30	2	15	4	3	22								
1	2	3	4	5	6								
7	<p>Укажите число плоскостей, имеющих шероховатость, которая является на чертеже преобладающей:</p>  <table><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	6	7	8	9	1	2	3	4				
6	7	8	9										
1	2	3	4										
8	 <p>Решить, какой разрез выполнен на главном изображении и какую шероховатость имеет поверхность А?</p> <table><tr><td>Ломаный</td><td>$\sqrt{Ra3,6}$</td><td>1</td></tr><tr><td>Простой, фронтальный</td><td>$\sqrt{Ra12,5}$</td><td>2</td></tr><tr><td>Ломаный</td><td>$\sqrt{Ra25}$</td><td>3</td></tr></table>	Ломаный	$\sqrt{Ra3,6}$	1	Простой, фронтальный	$\sqrt{Ra12,5}$	2	Ломаный	$\sqrt{Ra25}$	3			
Ломаный	$\sqrt{Ra3,6}$	1											
Простой, фронтальный	$\sqrt{Ra12,5}$	2											
Ломаный	$\sqrt{Ra25}$	3											
№ задания	Вариант № 5												
1	 <p>Какое из заданных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>B</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	A	B	B	1	2	3						
A	B	B											
1	2	3											

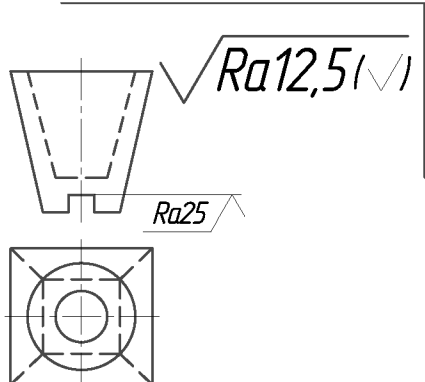
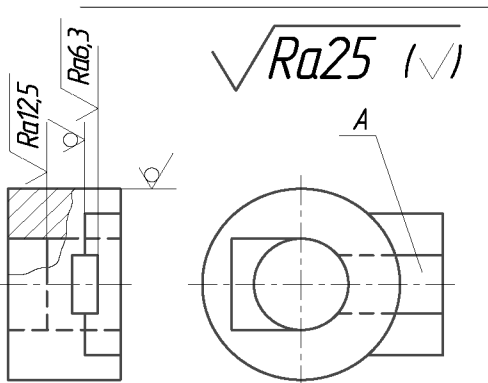
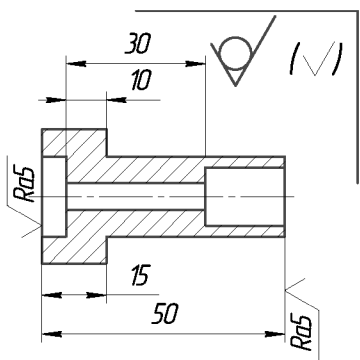
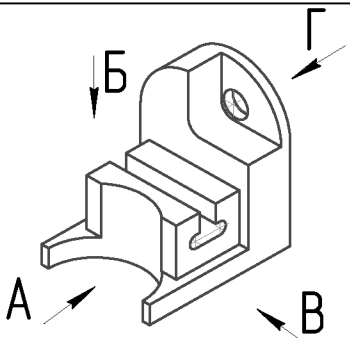
2	 <p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> <p>Четыре 4</p>
3	 <p>Если принять за главное изображение в направлении стрелки А и выполнить на нем два местных разреза, то какие еще виды потребуются для данной детали?</p> <p>Сверху и слева 1</p> <p>Сверху и местный 2</p> <p>Сверху и дополнительный 3</p>
4	 <p>Требуется ли выполнить разрез на виде слева данного чертежа? Если требуется, то какой?</p> <p>Ступенчатый 1</p> <p>Простой профильный 2</p> <p>Разрез не требуется 3</p> <p>Местный 4</p>
5	<p>На одном из чертежей имеется замкнутая размерная цепь, что недопустимо по ГОСТ. Укажите этот чертеж:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3</p> </div> </div> <p>*Размер для справок</p>

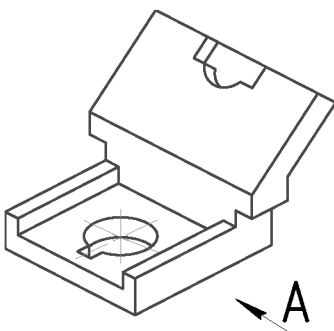
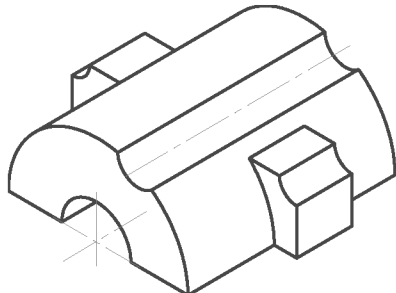
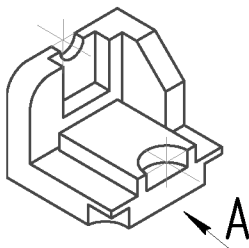
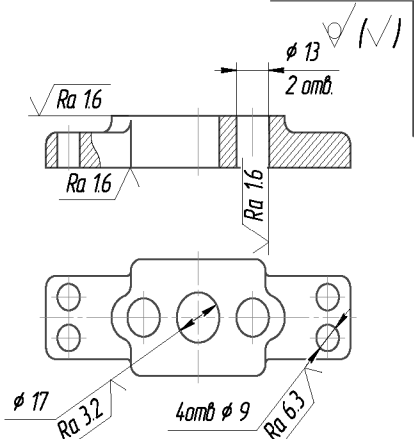
6	<div></div>	<p>Сколько плоскостей имеют шероховатость, которая является на чертеже преобладающей?</p> <table><tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5
11	12	13	14	15								
1	2	3	4	5								
7	<div></div>	<p>Какую шероховатость имеют поверхности А и Б?</p> <table><tr><td></td><td>$\sqrt{Ra6,3}$</td><td>$\sqrt{Ra12,5}$</td><td>$\sqrt{Ra3,2}$</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>		$\sqrt{Ra6,3}$	$\sqrt{Ra12,5}$	$\sqrt{Ra3,2}$	1	2	3	4		
	$\sqrt{Ra6,3}$	$\sqrt{Ra12,5}$	$\sqrt{Ra3,2}$									
1	2	3	4									
8	<div></div>	<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>52</td><td>70</td><td>40</td><td>10</td><td>18</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	52	70	40	10	18	1	2	3	4	5
52	70	40	10	18								
1	2	3	4	5								
№ задания			Вариант № 6									
1	<div></div>	<p>Какое из заданных направлений дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>B</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	A	B	B	1	2	3				
A	B	B										
1	2	3										

2	<div data-bbox="383 197 742 537" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="813 190 1452 257" data-label="Text"> <p>Сколько изображений должен содержать чер- теж данной детали?</p> </div> <div data-bbox="813 302 1021 481" data-label="List-Group"> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> </div>
3	<div data-bbox="351 560 837 952" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="885 593 1420 660" data-label="Text"> <p>Какое изображение на чертеже детали является лишним?</p> </div> <div data-bbox="885 705 1316 884" data-label="List-Group"> <p>Дополнительный вид 1</p> <p>Вид слева 2</p> <p>Вид сверху 3</p> </div>
4	<div data-bbox="391 1008 805 1422" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="885 1019 1452 1086" data-label="Text"> <p>Назовите изображения, выполненные на чертеже детали:</p> </div> <div data-bbox="885 1131 1324 1422" data-label="List-Group"> <p>Ломаный разрез, виды сверху и дополнительный 1</p> <p>Ломаный разрез, виды сверху и местный 2</p> <p>Ступенчатый разрез, виды сверху и местный 3</p> </div>
5	<p data-bbox="343 1467 1444 1534">Укажите чертеж, где размеры нанесены в виде замкнутой цепи, что недопусти- мо по ГОСТ:</p> <div data-bbox="335 1568 1372 1915" data-label="Image"> </div>

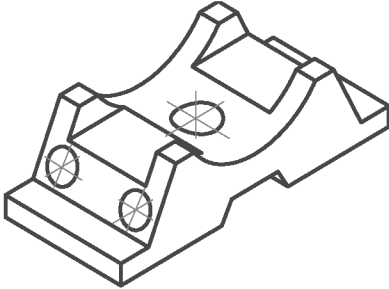
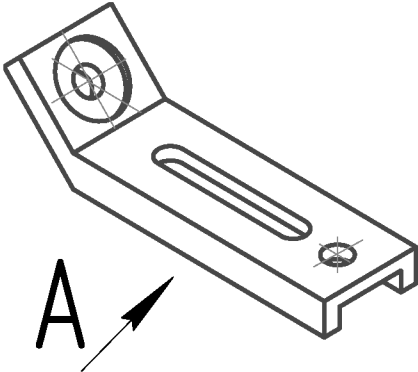
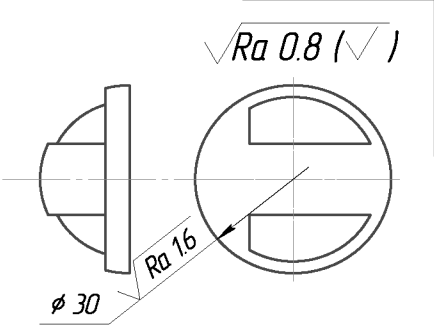
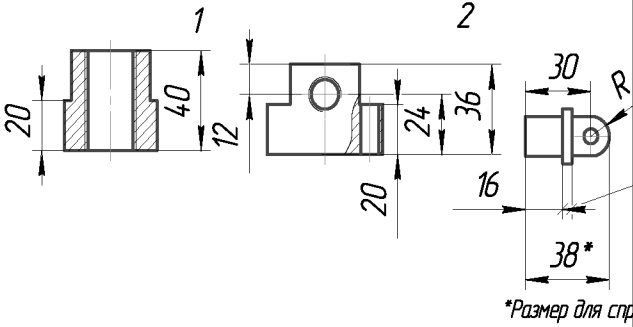
6		Какая шероховатость поверхностей на данном чертеже является преобладающей?	<table><tr><td>$\sqrt{Ra12,5}$</td><td>1</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra6,3}$</td><td>2</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra6,3}$</td><td>3</td></tr></table>	$\sqrt{Ra12,5}$	1	$\sqrt{Ra6,3}$	2	$\sqrt{Ra6,3}$	3		
$\sqrt{Ra12,5}$	1										
$\sqrt{Ra6,3}$	2										
$\sqrt{Ra6,3}$	3										
7		Какую шероховатость имеют поверхности В и Б?	<table><tr><td>$\sqrt{20}$</td><td>$\sqrt{16}$</td><td>$\sqrt{3,2}$</td><td>$\sqrt{6,3}$</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	$\sqrt{20}$	$\sqrt{16}$	$\sqrt{3,2}$	$\sqrt{6,3}$	1	2	3	4
$\sqrt{20}$	$\sqrt{16}$	$\sqrt{3,2}$	$\sqrt{6,3}$								
1	2	3	4								
8		Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:	<table><tr><td>20</td><td>10</td><td>22</td><td>30</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	20	10	22	30	1	2	3	4
20	10	22	30								
1	2	3	4								
№ задания	Вариант № 7										
1		Приняв изображение в направлении стрелки А за главное, укажите, какие еще изображения следует выполнить на чертеже детали:	<table><tr><td>Виды слева и сверху</td><td>1</td></tr><tr><td>Вид слева</td><td>2</td></tr><tr><td>Виды слева, сверху и справа</td><td>3</td></tr></table>	Виды слева и сверху	1	Вид слева	2	Виды слева, сверху и справа	3		
Виды слева и сверху	1										
Вид слева	2										
Виды слева, сверху и справа	3										

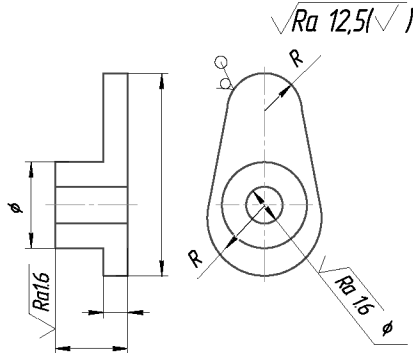
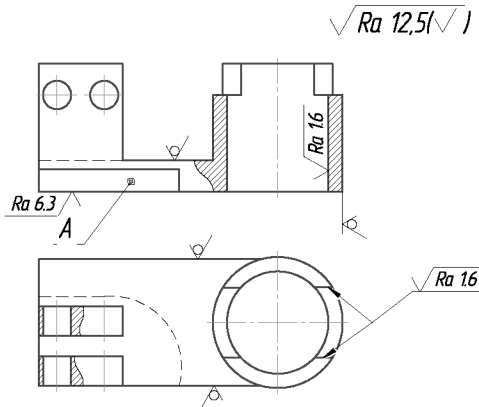
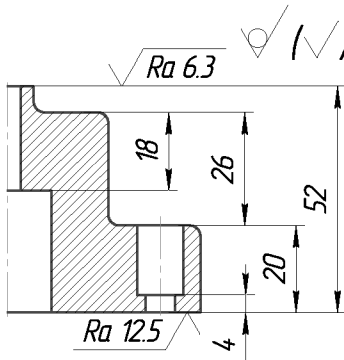
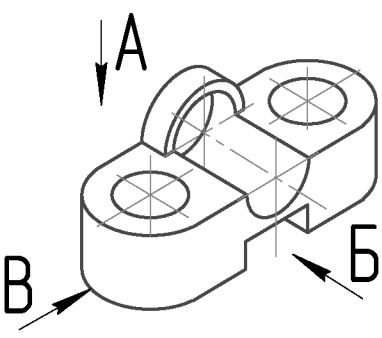
2	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>Следует ли выполнить разрез на главном изображении? Если следует, то какой?</p> <p><i>Разрез не требуется</i> 1</p> <p><i>Полный фронтальный</i> 2</p> <p><i>Местный</i> 3</p> <p><i>Фронтальный в соединении с главным видом</i> 4</p> </div> </div>
3	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p><i>Одно</i> 1</p> <p><i>Два</i> 2</p> <p><i>Три</i> 3</p> <p><i>Четыре</i> 4</p> </div> </div>
4	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>Кроме главного изображения какие еще виды выполнены на эскизе (по порядку)?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>А</p> <p>М 1:2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Б</p> <p>М 1:2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>В</p> <p>М 1:2</p>  </div> </div> <p>1 <i>Дополнительный, местный, снизу</i></p> <p>2 <i>Дополнительный, местный, местный</i></p> <p>3 <i>Дополнительный, дополнительный, местный</i></p> </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>
5	<p>Укажите чертеж, где размеры нанесены в виде замкнутой цепи, что недопустимо по ГОСТ:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2</p> <p><i>*Размер для справок</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3</p> </div> </div>

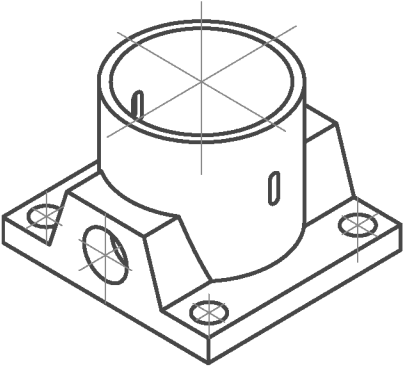
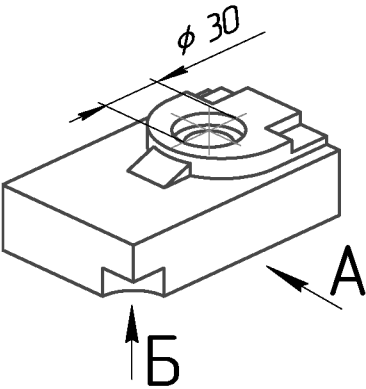
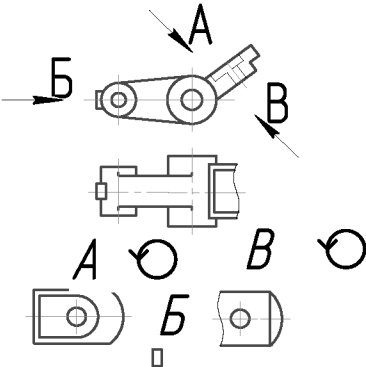
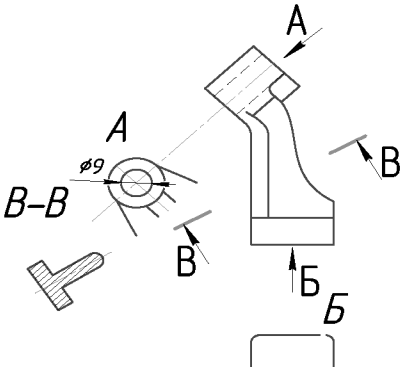
6		<p>Сколько плоскостей имеют шероховатость не более 12,5 микрон?</p> <table><tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	9	10	11	12	1	2	3	4	
9	10	11	12								
1	2	3	4								
7		<p>Какую шероховатость имеет поверхность А?</p> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>					1	2	3	4	
1	2	3	4								
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>10</td><td>30</td><td>15</td><td>50</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	10	30	15	50	1	2	3	4	
10	30	15	50								
1	2	3	4								
№ задания	Вариант № 8										
1		<p>Какое из заданных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>		А	Б	В	Г	1	2	3	4
А	Б	В	Г								
1	2	3	4								

2		<p>Какое изображение должен содержать чертеж, если главный вид выбрать в направлении стрелки А?</p> <p>Два местных фронтальных разреза, вид сверху и местный вид 1</p> <p>Полный фронтальный разрез, вид сверху и местный вид 2</p>								
3		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> <p>Четыре 4</p>								
4		<p>Следует ли выполнить разрез на главном изображении, выбранном в направлении стрелки А, и какой?</p> <p>Местный фронтальный 1</p> <p>Полный фронтальный 2</p> <p>Разрез не требуется 3</p> <p>Фронтальный разрез в соединении с видом спереди 4</p>								
5		<p>Какая шероховатость поверхностей на данном чертеже является преобладающей?</p> <table><tr><td>$\sqrt{Ra\ 6.3}$</td><td>1</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 16}$</td><td>2</td></tr><tr><td>$\sqrt{\quad}$</td><td>3</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 3.2}$</td><td>4</td></tr></table>	$\sqrt{Ra\ 6.3}$	1	$\sqrt{Ra\ 16}$	2	$\sqrt{\quad}$	3	$\sqrt{Ra\ 3.2}$	4
$\sqrt{Ra\ 6.3}$	1									
$\sqrt{Ra\ 16}$	2									
$\sqrt{\quad}$	3									
$\sqrt{Ra\ 3.2}$	4									

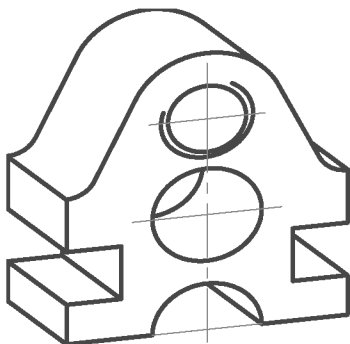
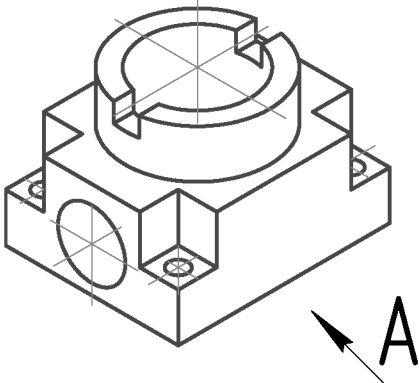
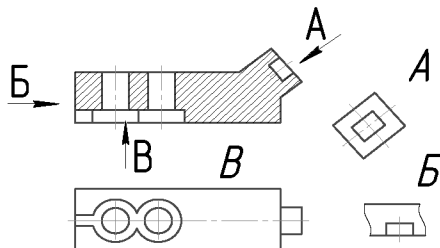
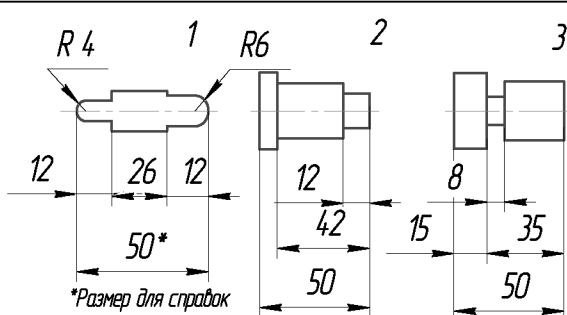
6		<p>Какие изображения, кроме вида спереди, выполнены на чертеже детали?</p> <p><i>Полный профильный разрез и дополнительный вид</i> 1</p> <p><i>Ломаный разрез и дополнительный вид</i> 2</p> <p><i>Ломаный разрез и местный вид</i> 3</p>
7		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <p>20 24 22 16 70</p> <p>1 2 3 4 5</p>
8		<p>Укажите чертеж, где размеры нанесены в виде замкнутой цепи, что недопустимо по ГОСТ</p>
№ задания	Вариант № 9	
1		<p>Какое из заданных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <p>A B В Г</p> <p>1 2 3 4</p>

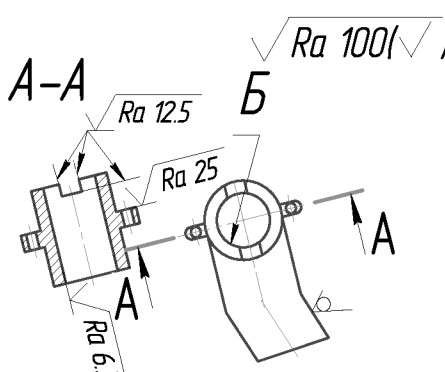
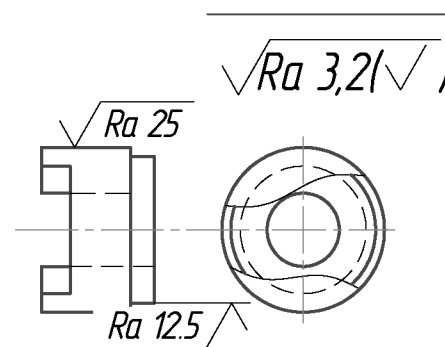
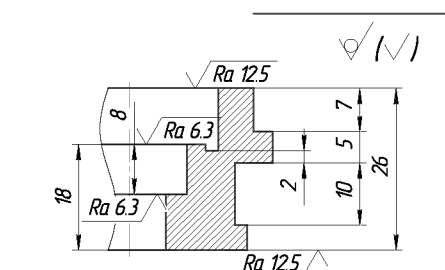
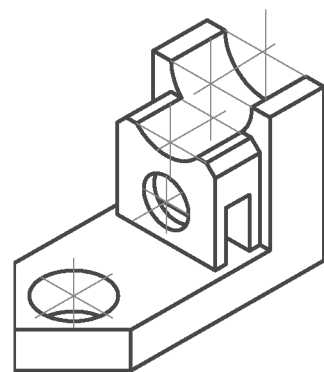
2		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> <p>Четыре 4</p>
3		<p>Какой разрез следует выполнить на главном изображении, принятом в направлении стрелки А?</p> <p>Ступенчатый 1</p> <p>Местный 2</p> <p>Полный фронтальный 3</p>
4		<p>Сколько плоскостей имеют шероховатость не более 0,8 микрон?</p> <p>6 7 8 9</p> <p>1 2 3 4</p>
5		<p>Укажите чертеж, где размеры нанесены в виде замкнутой цепи, что недопустимо по ГОСТ</p>

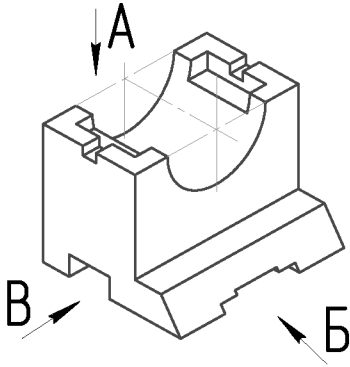
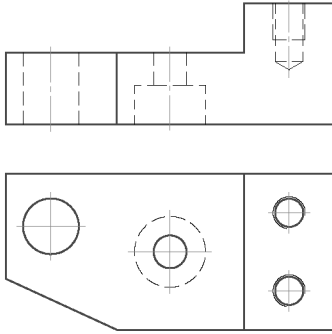
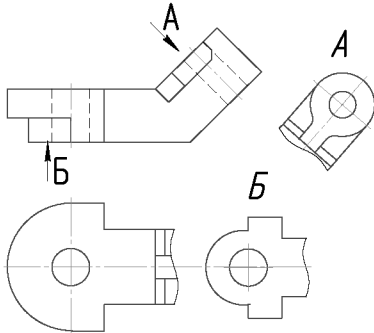
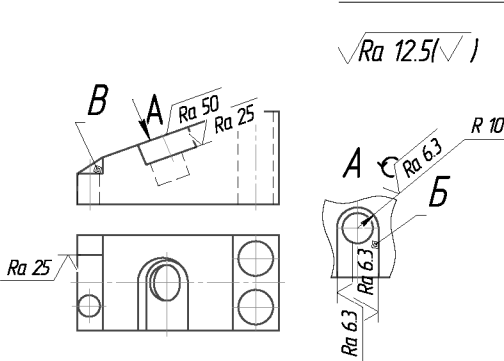
6		<p>Какая шероховатость поверхностей на данном чертеже является преобладающей?</p> <table border="1"><tr><td>$\sqrt{Ra\ 16}$</td><td>$\sqrt{Ra\ 12,5}$</td><td>$\sqrt{\quad}$</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	$\sqrt{Ra\ 16}$	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	$\sqrt{\quad}$	1	2	3				
$\sqrt{Ra\ 16}$	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	$\sqrt{\quad}$										
1	2	3										
7		<p>Какую шероховатость имеет поверхность А?</p> <table border="1"><tr><td>$\sqrt{Ra\ 16}$</td><td>1</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 12,5}$</td><td>2</td></tr><tr><td>$\sqrt{\quad}$</td><td>3</td></tr></table>	$\sqrt{Ra\ 16}$	1	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	2	$\sqrt{\quad}$	3				
$\sqrt{Ra\ 16}$	1											
$\sqrt{Ra\ 12,5}$	2											
$\sqrt{\quad}$	3											
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>52</td><td>18</td><td>20</td><td>4</td><td>26</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	52	18	20	4	26	1	2	3	4	5
52	18	20	4	26								
1	2	3	4	5								
№ задания	Вариант № 10											
1		<p>Какое из заданных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>B</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	A	B	B	1	2	3				
A	B	B										
1	2	3										

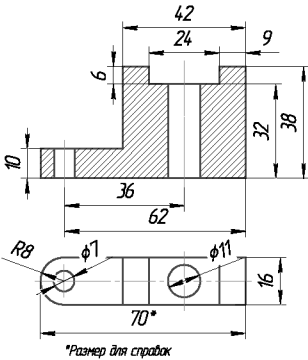
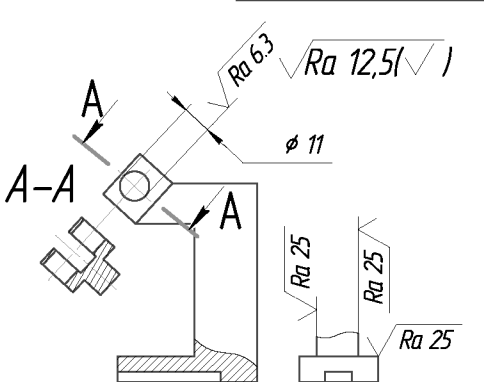
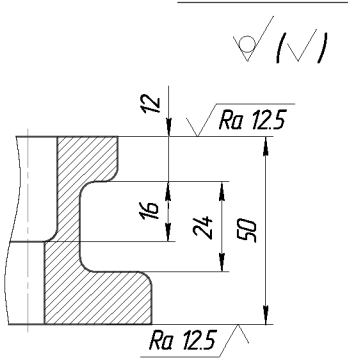
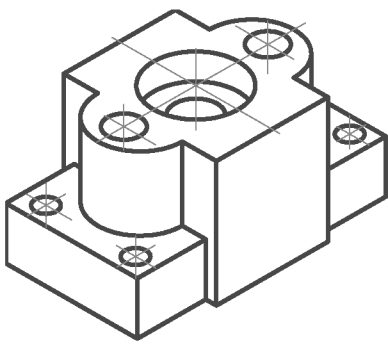
2		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> <p>Четыре 4</p>
3		<p>Какие еще потребуются виды, если на главном виде по стрелке А выполнить местный разрез по оси отв. Ø30?</p> <p>Сверху и слева 1</p> <p>Сверху и местный вид по стрелке Б 2</p> <p>Сверху, слева и снизу 3</p>
4		<p>Дайте название видам чертежа, кроме вида спереди:</p> <p>Снизу, местный и два дополнительных 1</p> <p>Сверху, два местных и дополнительный 2</p> <p>Сверху, два дополнительных и местный 3</p> <p>Сверху и три местных вида 4</p>
5		<p>Какой разрез следует выполнить на главном изображении данного чертежа детали?</p> <p>Полный фронтальный 1</p> <p>Местный по оси отв. Ø 9 2</p> <p>Ломаный 3</p> <p>Ступенчатый 4</p>

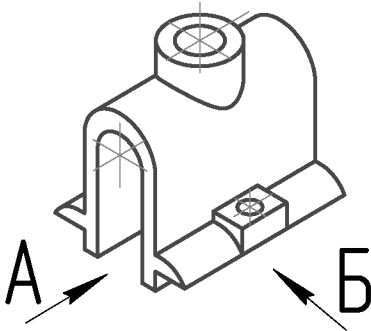
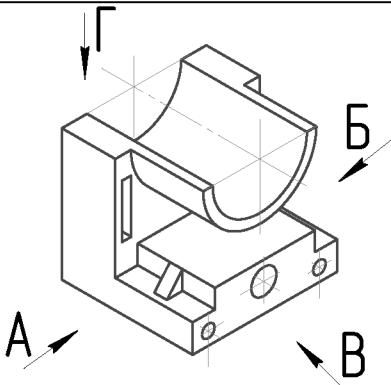
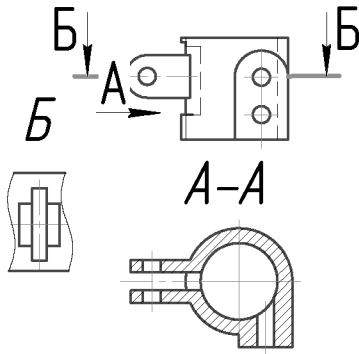
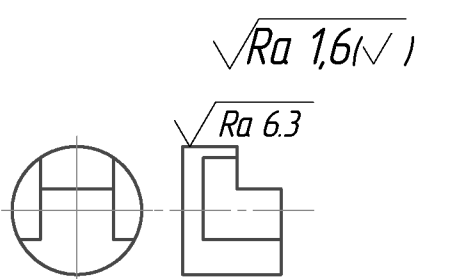
6		<p>Укажите число плоскостей, имеющих шероховатость, являющуюся преобладающей на чертеже?</p> <p>9 10 11 12 13</p> <p>1 2 3 4 5</p>
7		<p>На чертеже имеется замкнутая размерная цепь, что недопустимо по ГОСТ. Какой размер следует убрать, чтобы ее избежать, сохранив при этом размеры 75 и 20?</p> <p>12 14 8 55 18 9</p> <p>1 2 3 4 5 6</p>
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <p>70 56 10 24 20 8 12</p> <p>1 2 3 4 5 6 7</p>
№ задания	Вариант № 11	
1		<p>Какое из данных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <p>A B B Г</p> <p>1 2 3 4</p>

2		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> <p>Четыре 4</p>
3		<p>Приняв изображение в направлении стрелки А за главное, укажите, какие еще изображения необходимо выполнить на чертеже детали?</p> <p>Виды сверху и слева 1</p> <p>Вид сверху 2</p> <p>Вид слева 3</p>
4		<p>Дайте названия видам чертежа, кроме главного:</p> <p>Сверху, местный и дополнительный 1</p> <p>Снизу, местный и дополнительный 2</p> <p>Снизу и два дополнительных 3</p>
5		<p>Укажите чертеж, где размеры нанесены в виде замкнутой размерной цепи, что недопустимо по ГОСТ</p>

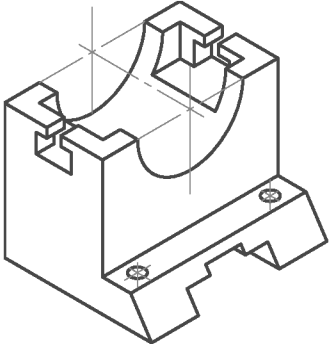
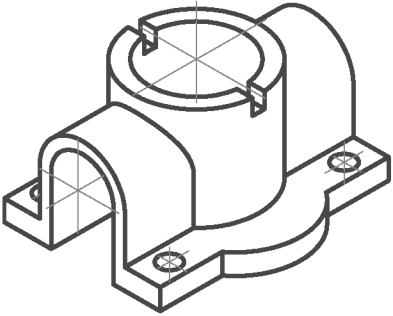
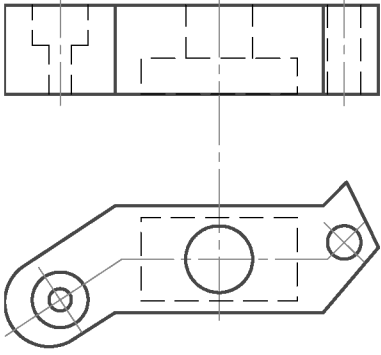
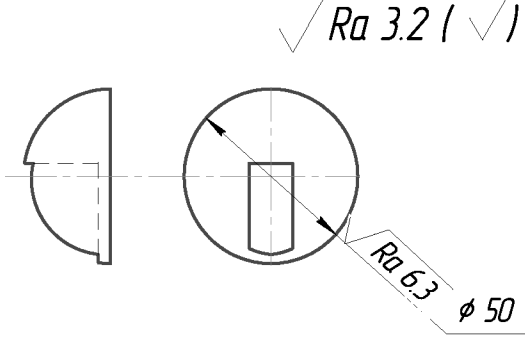
6		<p>Какую шероховатость имеет поверхность Б?</p> <table border="1"><tr><td>$\sqrt{Ra 100}$</td><td>1</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra 100}$</td><td>2</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra 25}$</td><td>3</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra 6.3}$</td><td>4</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra 12.5}$</td><td>5</td></tr></table>	$\sqrt{Ra 100}$	1	$\sqrt{Ra 100}$	2	$\sqrt{Ra 25}$	3	$\sqrt{Ra 6.3}$	4	$\sqrt{Ra 12.5}$	5
$\sqrt{Ra 100}$	1											
$\sqrt{Ra 100}$	2											
$\sqrt{Ra 25}$	3											
$\sqrt{Ra 6.3}$	4											
$\sqrt{Ra 12.5}$	5											
7		<p>Сколько плоскостей имеют шероховатость не более 3,2 микрон?</p> <p>6 7 8 9 10</p> <p>1 2 3 4 5</p>										
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <p>18 8 7 5 2 10 26</p> <p>1 2 3 4 5 6 7</p>										
№ задания	Вариант № 12											
1		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p>										

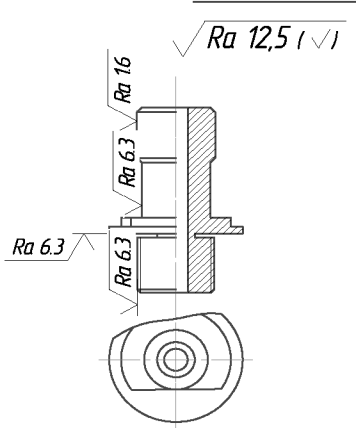
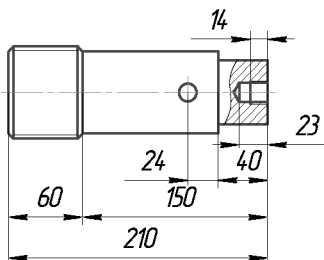
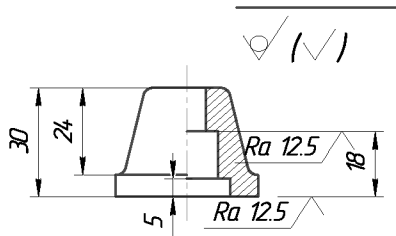
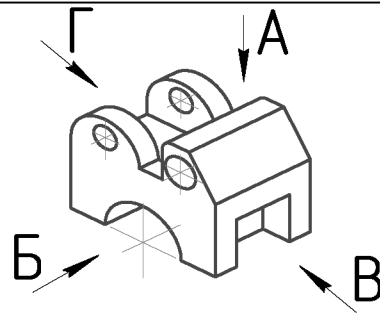
2		<p>Какое из данных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td><i>A</i></td><td><i>Б</i></td><td><i>В</i></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	<i>A</i>	<i>Б</i>	<i>В</i>	1	2	3		
<i>A</i>	<i>Б</i>	<i>В</i>								
1	2	3								
3		<p>Какой разрез следует выполнить на главном изображении?</p> <table><tr><td><i>Местный</i></td><td>1</td></tr><tr><td><i>Простой фронтальный</i></td><td>2</td></tr><tr><td><i>Ступенчатый</i></td><td>3</td></tr></table>	<i>Местный</i>	1	<i>Простой фронтальный</i>	2	<i>Ступенчатый</i>	3		
<i>Местный</i>	1									
<i>Простой фронтальный</i>	2									
<i>Ступенчатый</i>	3									
4		<p>Дайте названия изображениям, кроме вида спереди:</p> <table><tr><td><i>Часть вида снизу, местный и дополнительный виды</i></td><td>1</td></tr><tr><td><i>Часть вида сверху, местный и дополнительный виды</i></td><td>2</td></tr><tr><td><i>Часть вида сверху и местные виды</i></td><td>3</td></tr></table>	<i>Часть вида снизу, местный и дополнительный виды</i>	1	<i>Часть вида сверху, местный и дополнительный виды</i>	2	<i>Часть вида сверху и местные виды</i>	3		
<i>Часть вида снизу, местный и дополнительный виды</i>	1									
<i>Часть вида сверху, местный и дополнительный виды</i>	2									
<i>Часть вида сверху и местные виды</i>	3									
5		<p>Какую шероховатость имеют поверхности Б и В?</p> <table><tr><td>✓ <i>Ra 12.5</i></td><td>1</td></tr><tr><td>✓ <i>Ra 50</i></td><td>2</td></tr><tr><td>✓ <i>Ra 25</i></td><td>3</td></tr><tr><td>✓ <i>Ra 6.3</i></td><td>4</td></tr></table>	✓ <i>Ra 12.5</i>	1	✓ <i>Ra 50</i>	2	✓ <i>Ra 25</i>	3	✓ <i>Ra 6.3</i>	4
✓ <i>Ra 12.5</i>	1									
✓ <i>Ra 50</i>	2									
✓ <i>Ra 25</i>	3									
✓ <i>Ra 6.3</i>	4									

6		<p>На чертеже имеется замкнутая размерная цепь, что недопустимо по ГОСТ. Какие размеры следует убрать, чтобы ее избежать, сохранив при этом размеры 32 и 38?</p> <table border="1"><tr><td>6</td><td>24</td><td>42</td><td>70</td><td>62</td><td>R8</td><td>9</td><td>10</td><td>36</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr></table>	6	24	42	70	62	R8	9	10	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	24	42	70	62	R8	9	10	36												
1	2	3	4	5	6	7	8	9												
7		<p>Сколько плоскостей имеют шероховатость, являющуюся на чертеже детали преобладающей?</p> <p>16 17 18 19 20 21</p> <p>1 2 3 4 5 6</p>																		
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <p>50 24 16 12</p> <p>1 2 3 4</p>																		
№ задания	Вариант № 13																			
1		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> <p>Четыре 4</p>																		

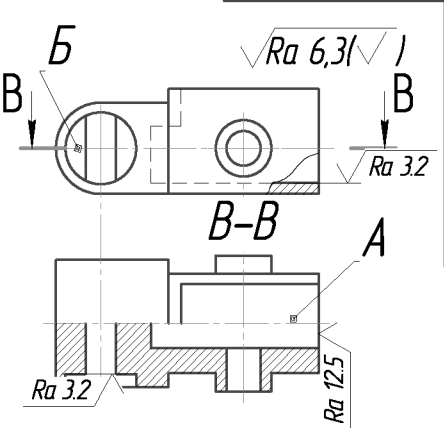
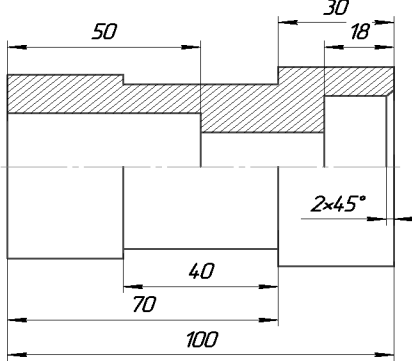
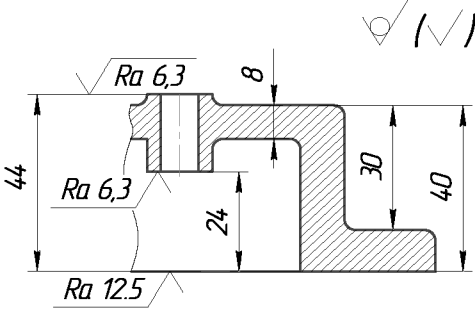
2		<p>Какие виды необходимо выполнить на чертеже детали?</p> <p><i>Вид спереди по стрелке А, виды сверху и слева</i> 1</p> <p><i>Вид спереди по стрелке А и вид сверху</i> 2</p> <p><i>Вид спереди по стрелке Б и вид сверху</i> 3</p>										
3		<p>Какое из данных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	А	Б	В	Г	1	2	3	4		
А	Б	В	Г									
1	2	3	4									
4		<p>Какой разрез следует выполнить на главном изображении?</p> <p><i>Ступенчатый</i> 1</p> <p><i>Фронтальный разрез в левой части детали в соединении с видом спереди</i> 2</p> <p><i>Полный фронтальный</i> 3</p>										
5		<p>Сколько плоскостей имеют шероховатость не более 1,6 микрон?</p> <table><tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5
9	10	11	12	13								
1	2	3	4	5								

6		<p>Какая шероховатость поверхностей на данном чертеже является преобладающей?</p> <table><tr><td>$\sqrt{Ra\ 12,5}$</td><td>1</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 3,2}$</td><td>2</td></tr><tr><td>\checkmark</td><td>3</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</td><td>4</td></tr></table>	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	1	$\sqrt{Ra\ 3,2}$	2	\checkmark	3	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	4
$\sqrt{Ra\ 12,5}$	1									
$\sqrt{Ra\ 3,2}$	2									
\checkmark	3									
$\sqrt{Ra\ 6,3}$	4									
7		<p>Решить, какой разрез выполнен на главном изображении и какую шероховатость имеет поверхность Б.</p> <p>Ломаный $\sqrt{Ra\ 25}$ 1</p> <p>Простой фронтальный $\sqrt{Ra\ 6,3}$ 2</p> <p>Ломаный $\sqrt{Ra\ 6,3}$ 3</p>								
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>36</td><td>8</td><td>6</td><td>22</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	36	8	6	22	1	2	3	4
36	8	6	22							
1	2	3	4							
№ задания	Вариант № 14									
1		<p>Какое из данных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	А	Б	В	Г	1	2	3	4
А	Б	В	Г							
1	2	3	4							

2		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p>
3		<p>Приняв изображение в направлении стрелки А за главное, укажите, какие еще изображения необходимо выполнить на чертеже?</p> <p>Вид сверху 1</p> <p>Вид слева 2</p> <p>Виды сверху и слева 3</p>
4		<p>Какой разрез следует выполнить на главном изображении?</p> <p>Ступенчатый 1</p> <p>Ломаный 2</p> <p>Простой фронтальный 3</p>
5		<p>Сколько плоскостей имеют шероховатость не более 3,2 микрометров?</p> <p>4 5 6 7</p> <p>1 2 3 4</p>

6		<p>Какая шероховатость на данном чертеже является преобладающей?</p> <table><tr><td>$\sqrt{Ra\ 1,6}$</td><td>1</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 12,5}$</td><td>2</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</td><td>3</td></tr></table>	$\sqrt{Ra\ 1,6}$	1	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	2	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	3		
$\sqrt{Ra\ 1,6}$	1									
$\sqrt{Ra\ 12,5}$	2									
$\sqrt{Ra\ 6,3}$	3									
7		<p>Какой размер следует убрать, чтобы на чертеже детали не было замкнутой размерной цепи, недопустимой по ГОСТ?</p> <table><tr><td>40</td><td>24</td><td>60</td><td>23</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	40	24	60	23	1	2	3	4
40	24	60	23							
1	2	3	4							
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table><tr><td>40</td><td>24</td><td>60</td><td>23</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	40	24	60	23	1	2	3	4
40	24	60	23							
1	2	3	4							
№ задания	Вариант № 15									
1		<p>Какое из данных направлений проецирования дает изображение, которое следует принять за главное?</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>B</td><td>Г</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	A	B	B	Г	1	2	3	4
A	B	B	Г							
1	2	3	4							

2		<p>Сколько изображений должен содержать чертеж данной детали?</p> <p>Одно 1</p> <p>Два 2</p> <p>Три 3</p> <p>Четыре 4</p>
3		<p>Какие еще виды должен содержать чертеж детали, если на главном изображении, выбранном в направлении стрелки А, выполнен полный фронтальный разрез?</p> <p>Слева и сверху 1</p> <p>Слева и дополнительный 2</p> <p>Слева, сверху и дополнительный 3</p>
4		<p>Какой разрез следует выполнить на главном изображении, выбранном в направлении стрелки А?</p> <p>Фронтальный разрез в соединении с главным видом 1</p> <p>Полный фронтальный 2</p> <p>Местный 3</p>
5		<p>Сколько плоскостей имеют шероховатость не более 6,3 микрон?</p> <p>5 1</p> <p>6 2</p> <p>7 3</p> <p>8 4</p> <p>9 5</p> <p>10 6</p>

6		<p>Какую шероховатость имеют поверхности А и Б?</p> <table border="1" data-bbox="904 262 1219 508"><tr><td>$\sqrt{Ra\ 12,5}$</td><td>2</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 5}$</td><td>3</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 6,3}$</td><td>4</td></tr><tr><td>$\sqrt{Ra\ 3,2}$</td><td>5</td></tr></table>	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	2	$\sqrt{Ra\ 5}$	3	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	4	$\sqrt{Ra\ 3,2}$	5		
$\sqrt{Ra\ 12,5}$	2											
$\sqrt{Ra\ 5}$	3											
$\sqrt{Ra\ 6,3}$	4											
$\sqrt{Ra\ 3,2}$	5											
7		<p>На чертеже имеется замкнутая размерная цепь, что недопустимо по ГОСТ. Какие размеры следует убрать, чтобы ее избежать, сохранив при этом размеры 70 и 100?</p> <table data-bbox="1048 911 1303 983"><tr><td>18</td><td>50</td><td>40</td><td>30</td><td>2</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	18	50	40	30	2	1	2	3	4	5
18	50	40	30	2								
1	2	3	4	5								
8		<p>Укажите размер, связывающий обработанную и необработанную поверхности:</p> <table data-bbox="1032 1158 1319 1270"><tr><td>8</td><td>40</td><td>24</td><td>30</td><td>44</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	8	40	24	30	44	1	2	3	4	5
8	40	24	30	44								
1	2	3	4	5								

Задание 2

Задание состоит из двух задач.

Задача 1: изучить материал: простановка размеров ГОСТ 2.307–68 и теоретический материал к теме «Механически обработанная деталь, типа тело вращения».

Задача 2 состоит из двух чертежей. Под буквой «а» – токарная деталь (типа втулка). Зная ГОСТ 2789–73 (СТ СЭВ 638-77), ГОСТ 2.309–73 (СТ СЭВ 1632-79), ГОСТ 25142–82, ISO 4287:1997/Amd 1:2009, доработать чертеж: проставить недостающие размеры и шероховатости.

Под буквой «б» – литая деталь с последующей механической обработкой. Нужно проставить недостающие размеры и шероховатости, зная особенности литых деталей, а именно: две цепочки размеров по каждой из осей и размеры «связка».

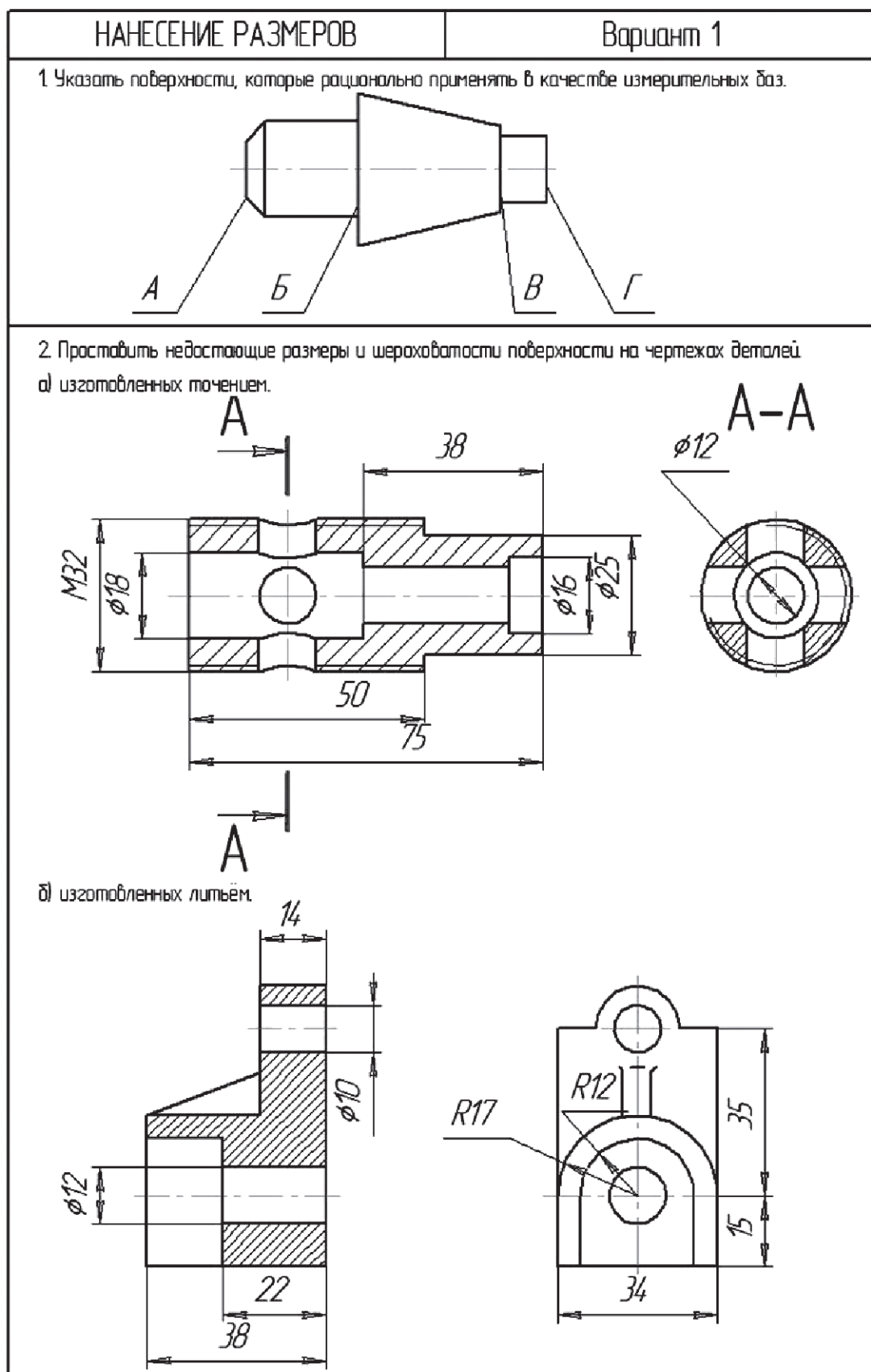


Рис. П1

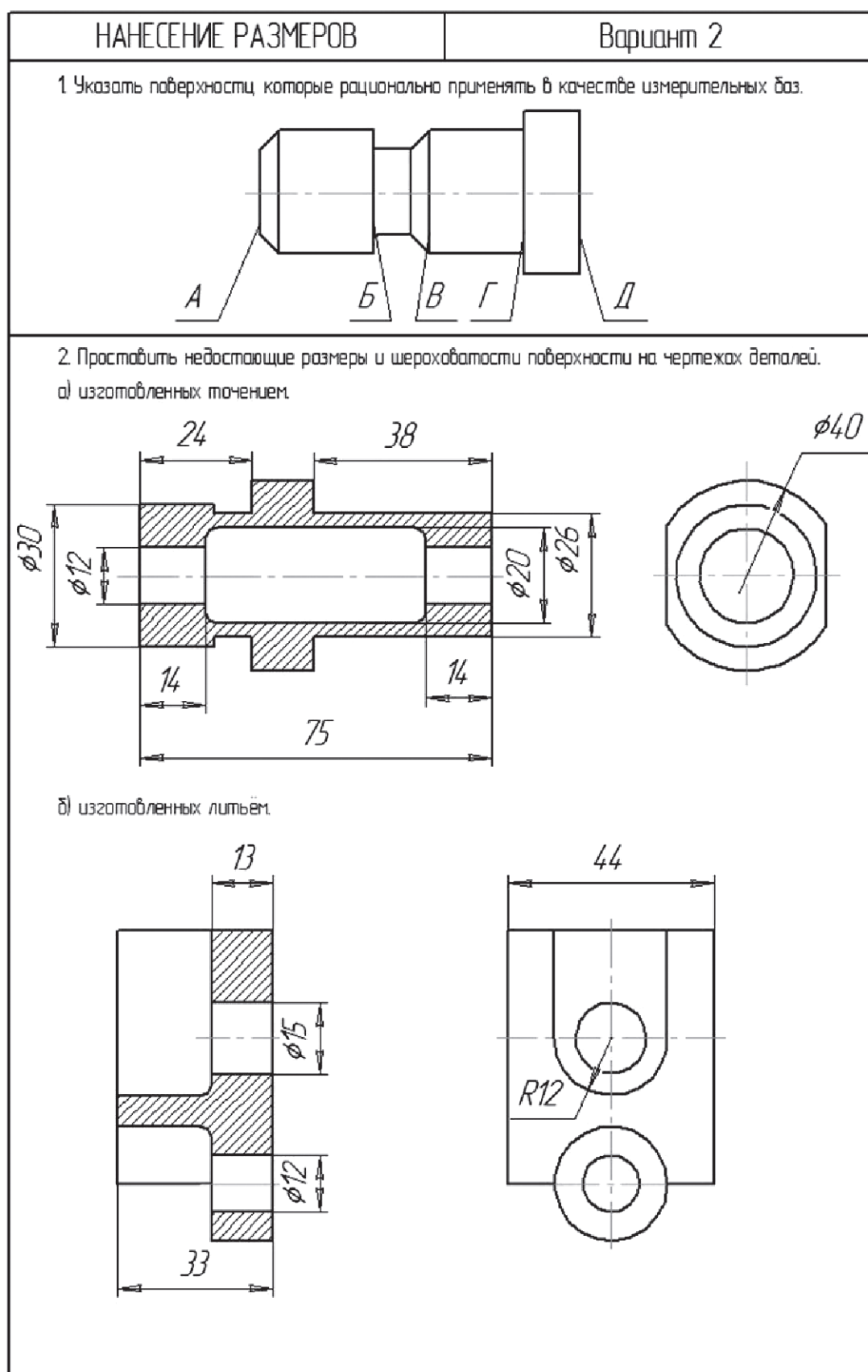


Рис. П2

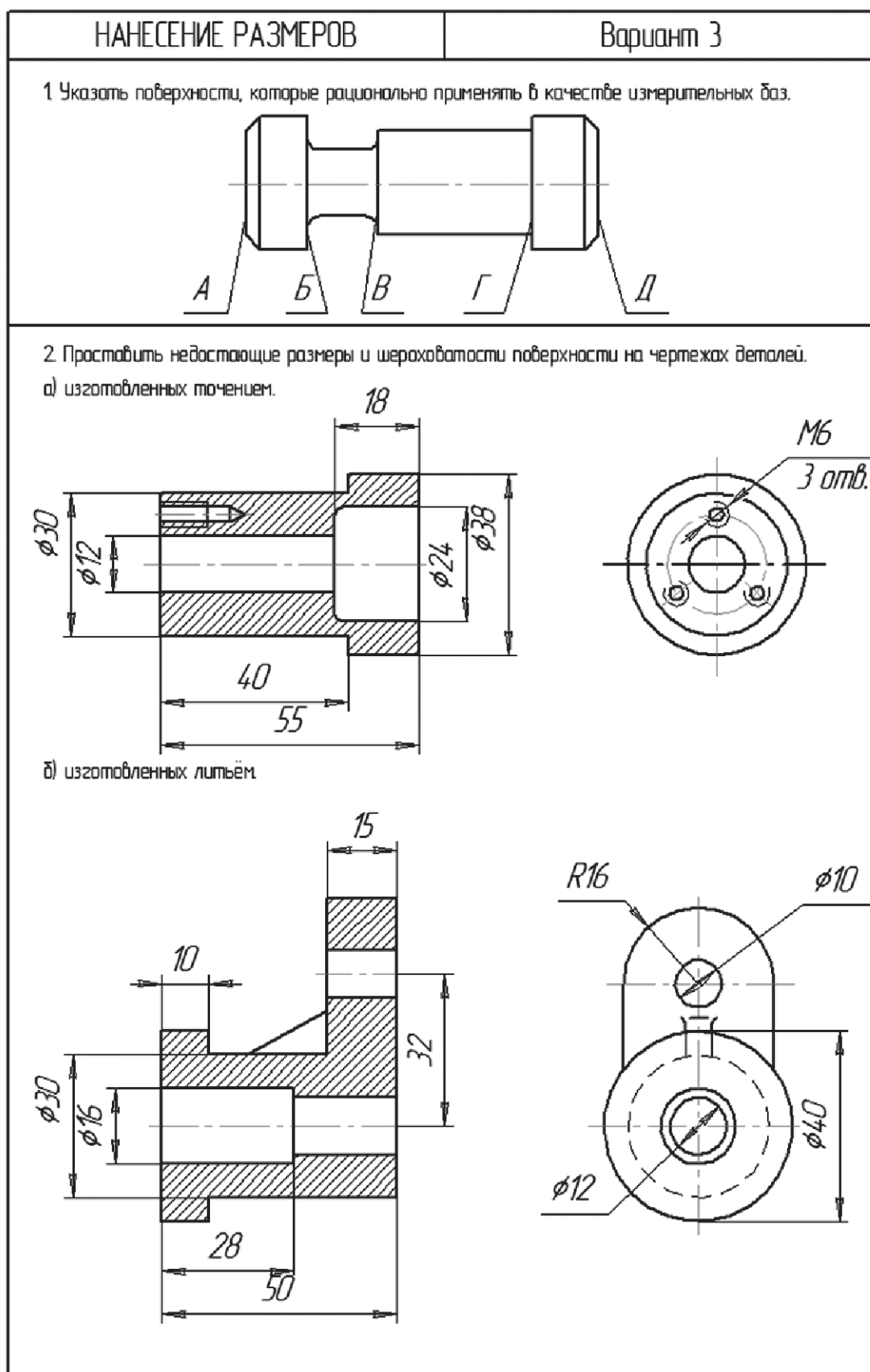
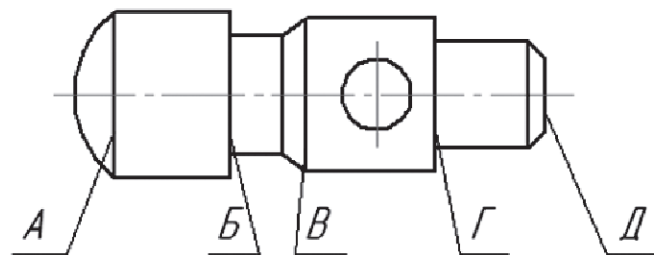


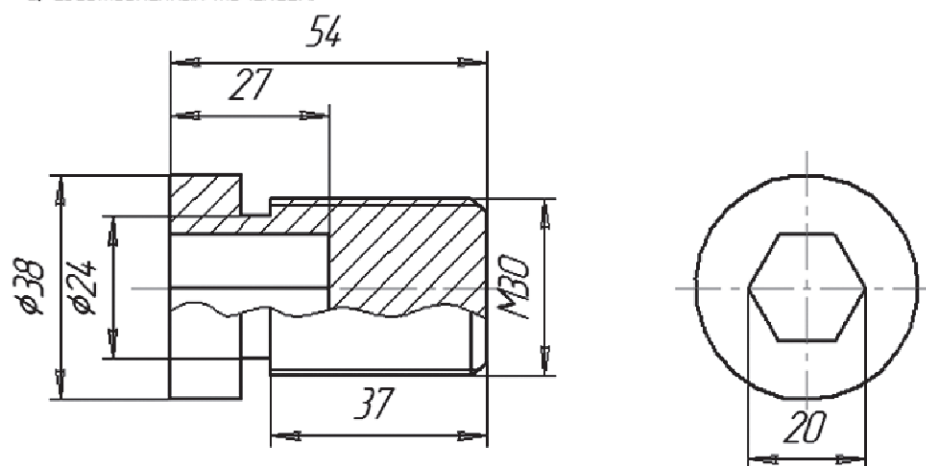
Рис. ПЗ

1. Указать поверхности, которые рационально применять в качестве измерительных баз.



2. Проставить недостающие размеры и шероховатости поверхности на чертежах деталей.

а) изготовленных точением.



б) изготовленных литьем.

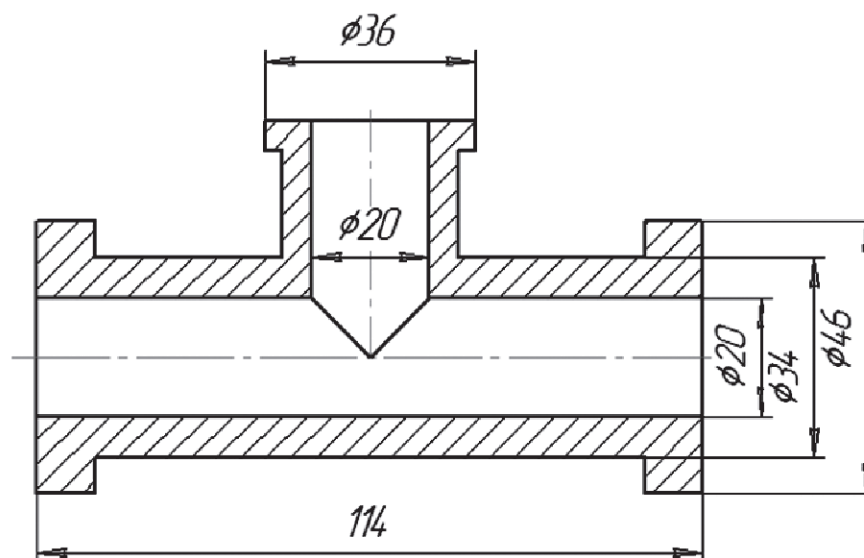


Рис. П4

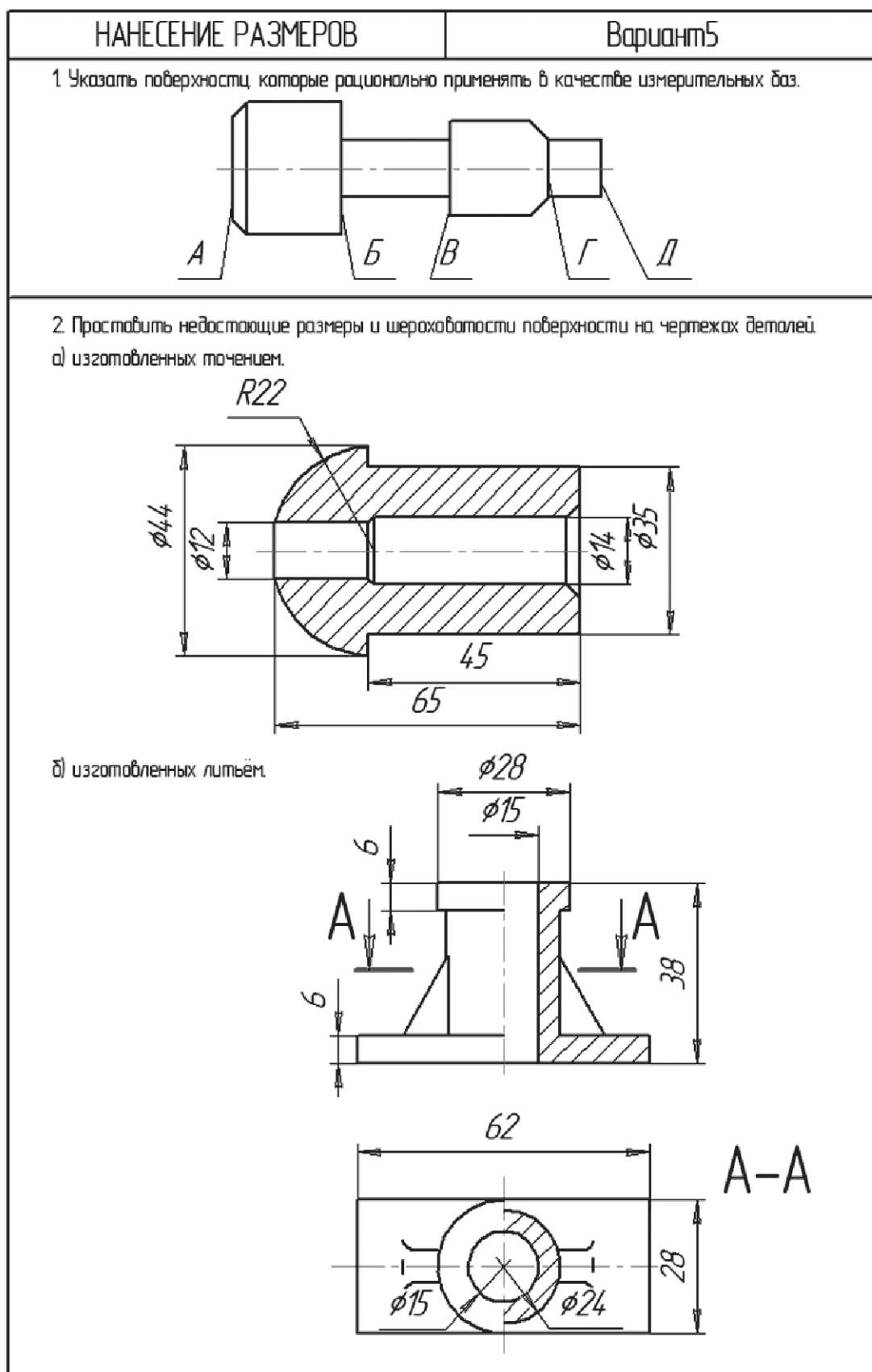


Рис. П5

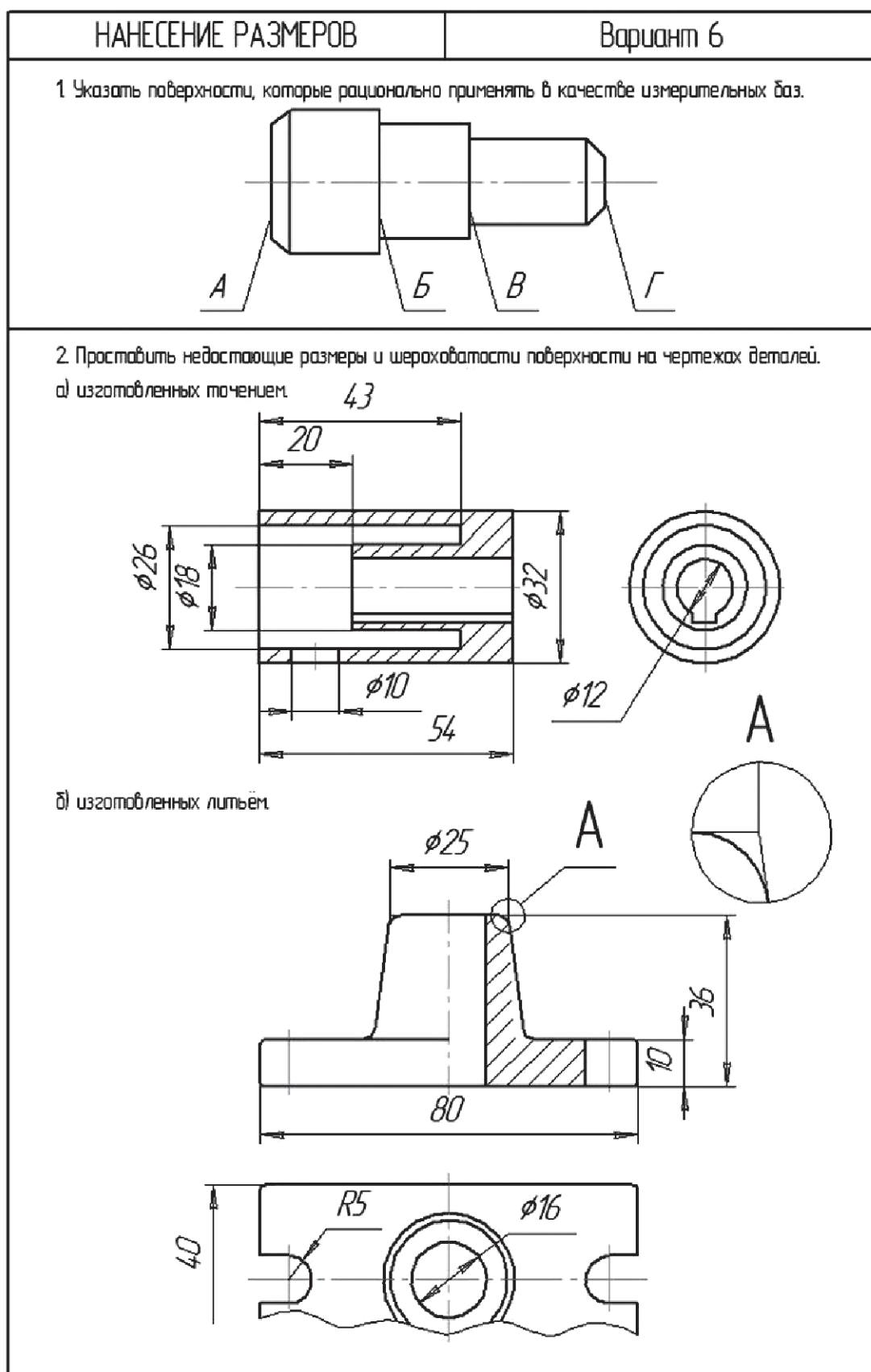


Рис. П6

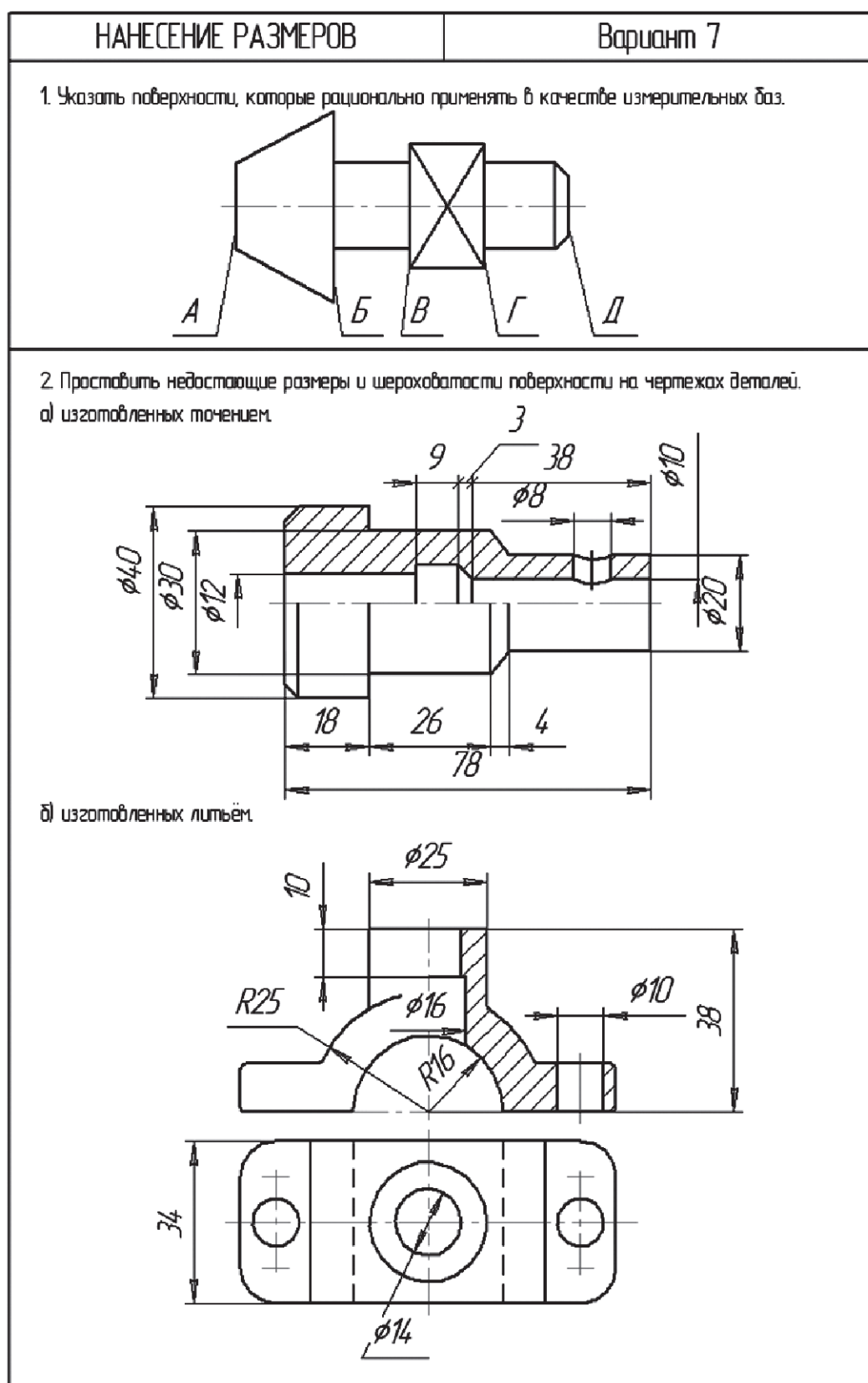


Рис. П7

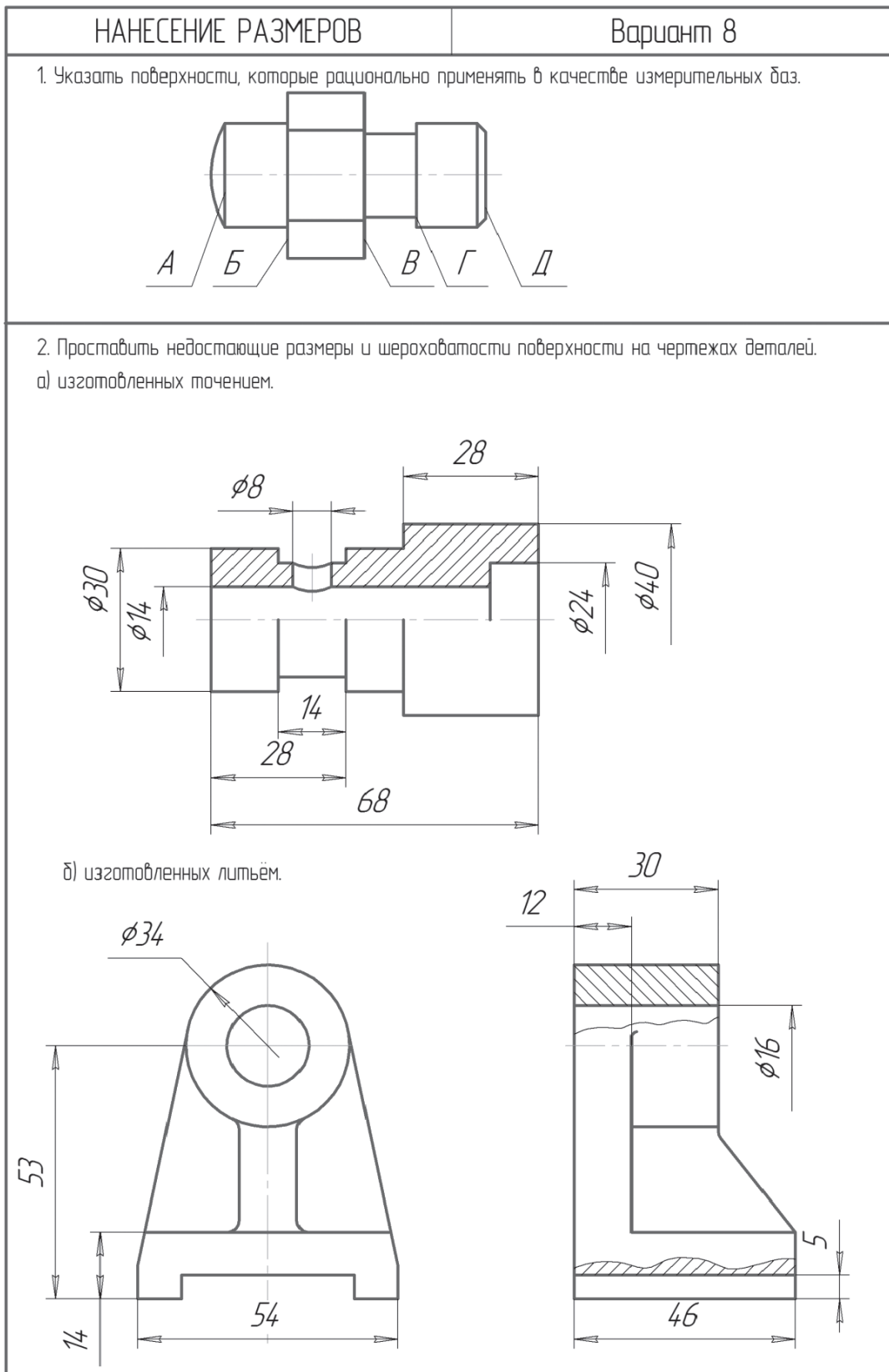


Рис. П8

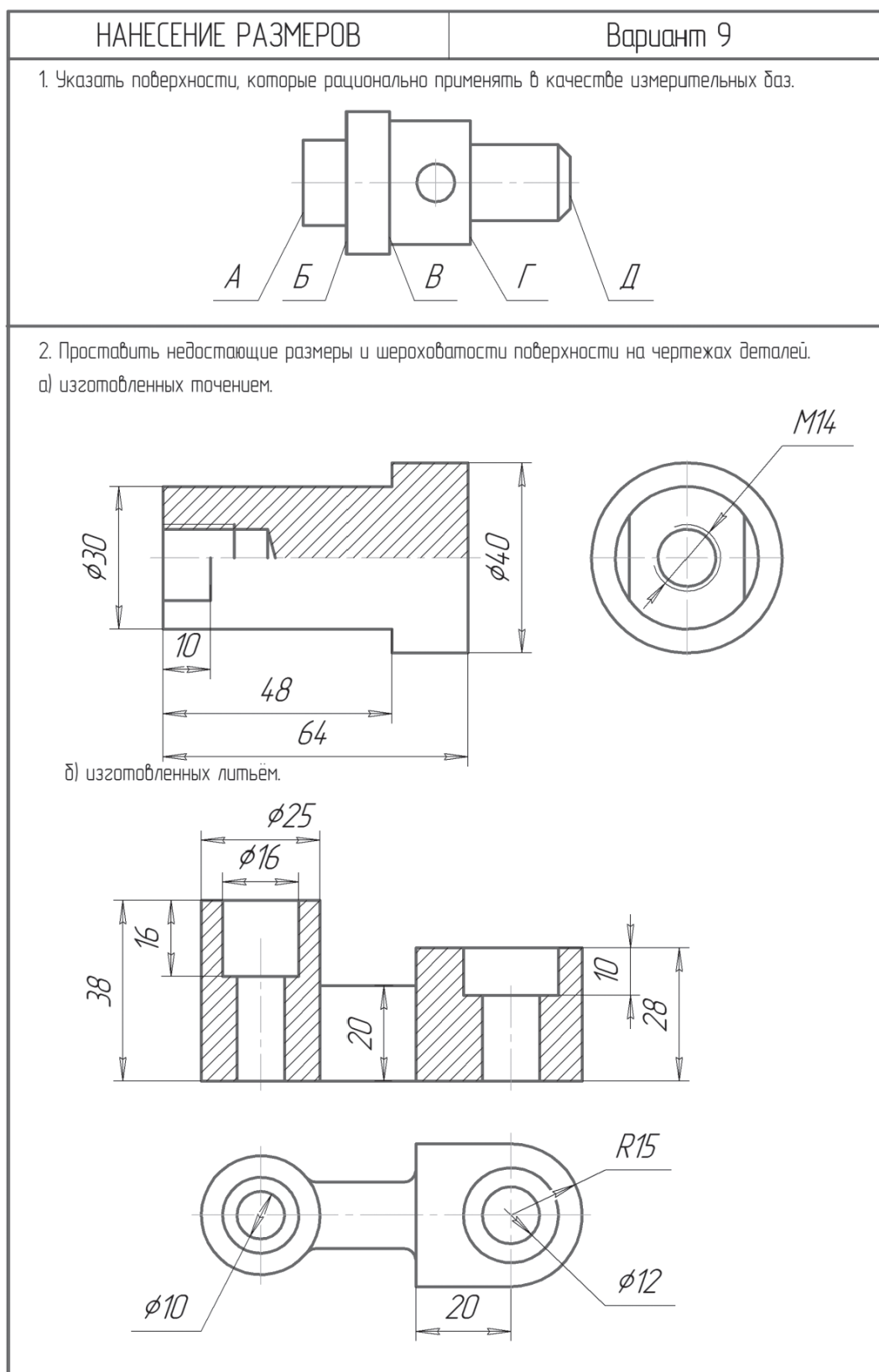
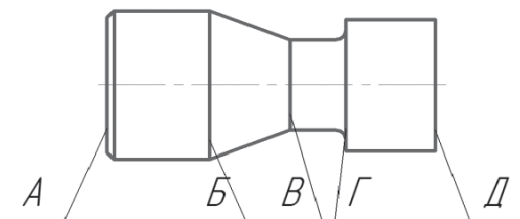


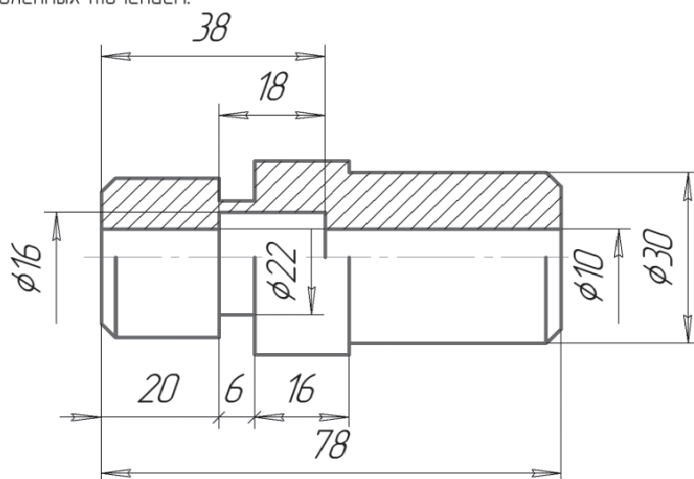
Рис. П9

1. Указать поверхности, которые рационально применять в качестве измерительных баз.



2. Проставить недостающие размеры и шероховатости поверхности на чертежах деталей.

а) изготовленных точением.



б) изготовленных литьем.

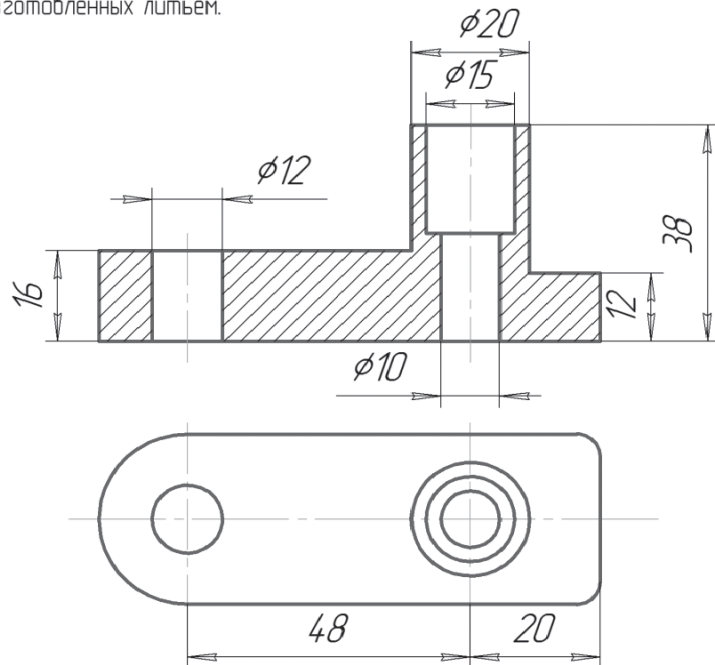
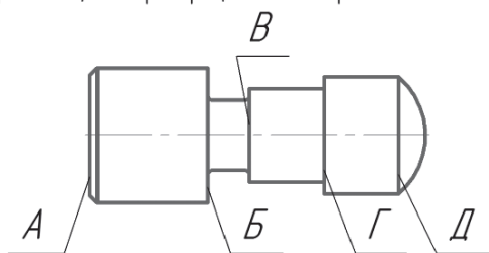


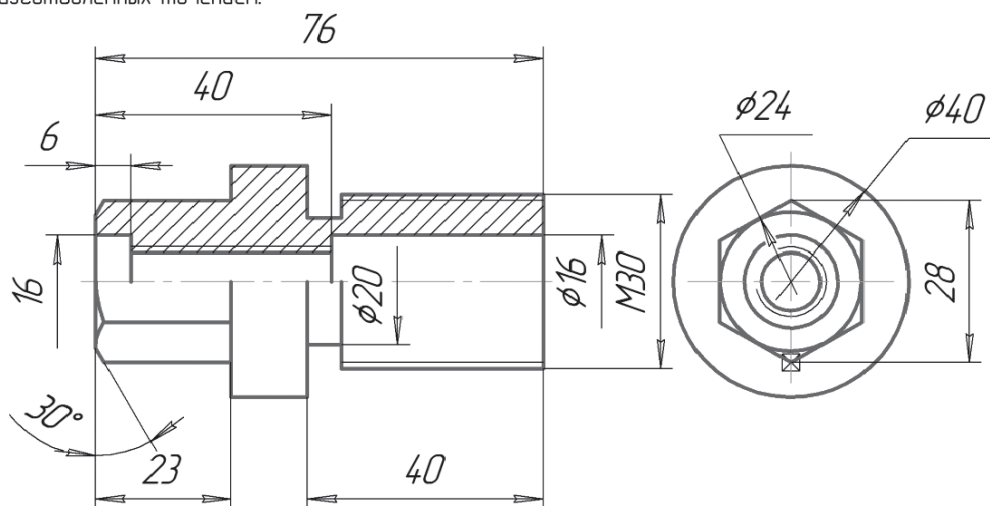
Рис. П10

1. Указать поверхности, которые рационально применять в качестве измерительных баз.



2. Проставить недостающие размеры и шероховатости поверхности на чертежах деталей.

а) изготовленных точением.



б) изготовленных литьём.

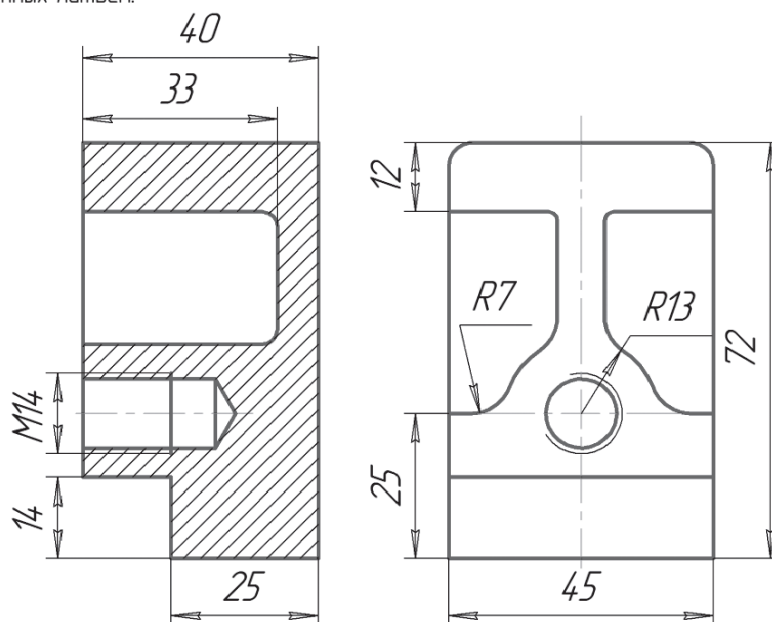


Рис. П11

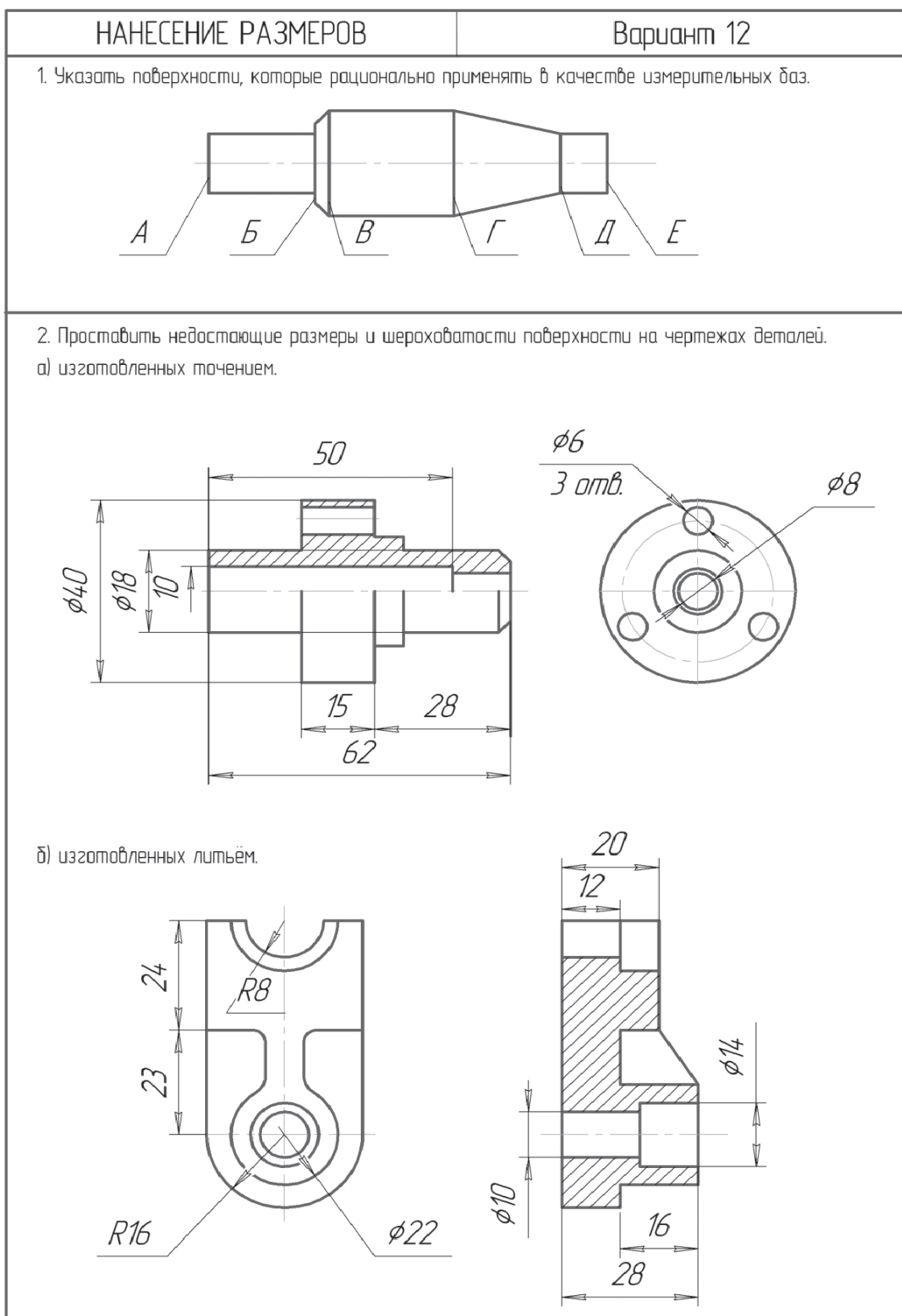


Рис. П12

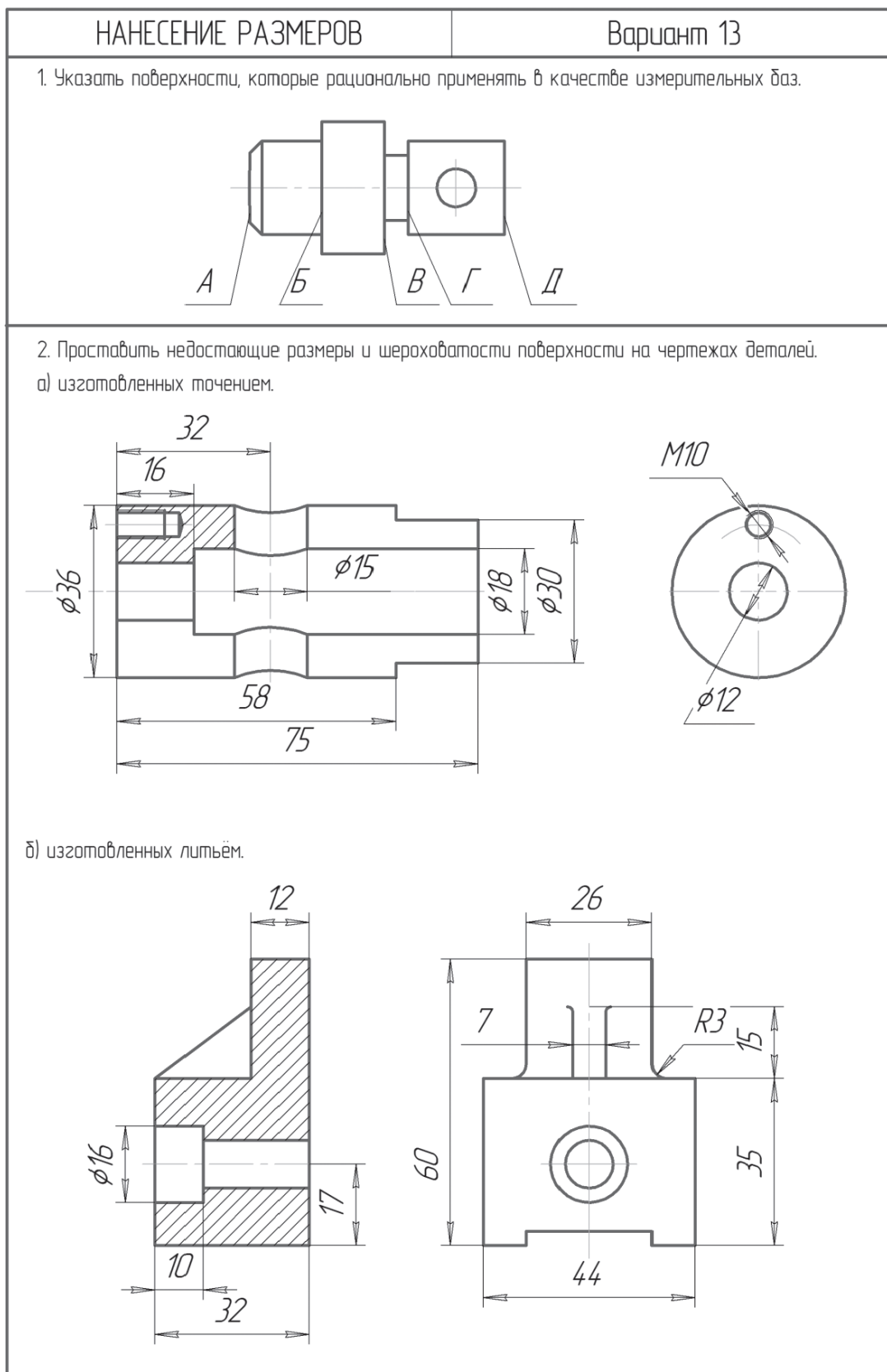
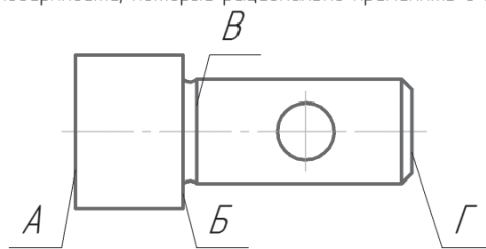


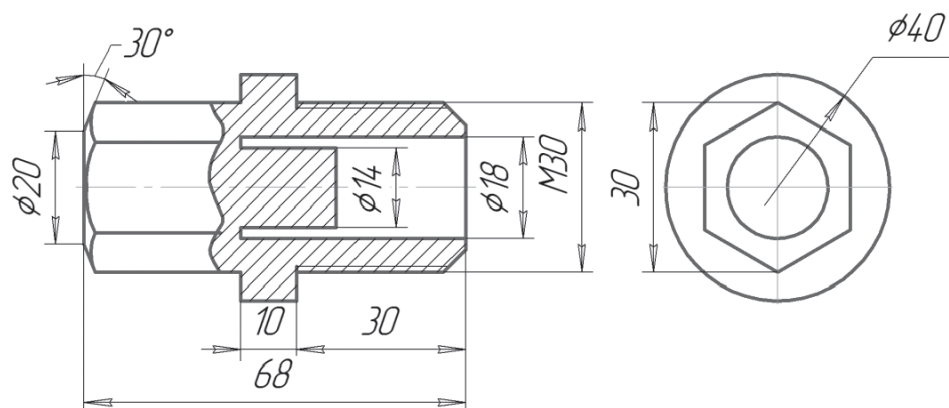
Рис. П13

1. Указать поверхности, которые рационально применять в качестве измерительных баз.



2. Проставить недостающие размеры и шероховатости поверхности на чертежах деталей.

а) изготовленных точением.



б) изготовленных литьём.

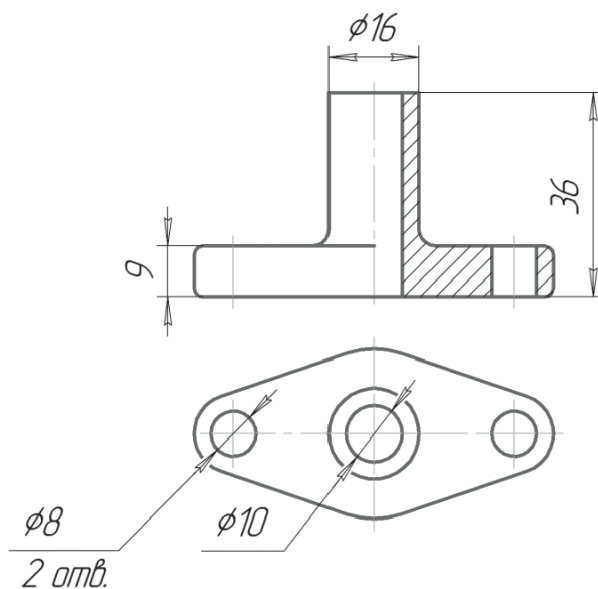


Рис. П14

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 25142–82 «Шероховатость поверхности, термины и определения» [Электронный ресурс]. URL: <http://vsegost.com/Catalog/43/43571> (дата обращения: 21.10.2014). Загл. с экрана.
2. ISO 4287–1997 «Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины. Определения и параметры структуры». [Электронный ресурс]. URL: www.iso.org/ru/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=10132 (дата обращения: 21.10.2014). Загл. с экрана.
3. ГОСТ 2.109–73 «ЕСКД. Основные требования к чертежам» [Электронный ресурс]. URL: <http://vsegost.com/Catalog/54/5499> (дата обращения: 21.10.2014). Загл. с экрана.
4. ГОСТ 2.309–73 «ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей» [Электронный ресурс]. URL: <http://vsegost.com/Catalog/24/245> (дата обращения: 21.10.2014). Загл. с экрана.
5. ГОСТ 2789–73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики» [Электронный ресурс]. URL: <http://vsegost.com/Catalog/14/1419> (дата обращения: 21.10.2014). Загл. с экрана.
6. ISO 468-1982 «Шероховатость поверхности. Параметры, их значения и общие правила установления технических требований» [Электронный ресурс]. URL: http://iso.org/ru/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=4496 (дата обращения: 21.10.2014). Загл. с экрана.
7. Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты : карманный справочник / У. Болтон; пер. с англ. М. : Додэка–XXI, 2009. 320 с.
8. Детали машин, основы конструирования : учеб. для вузов / Г. И. Рощин, Е. А. Самойлов, Н. А. Алексеева [и др.]; под ред. Г. И. Рощина, Е. А. Самойлова. М. : Дрофа, 2006. 416 с.
9. Захаров В. И. Взаимозаменяемость, качество продукции и контроль в машиностроении / В. И. Захаров. Л. : Лениздат, 1990. 302 с.
10. Фещенко В. Н. Токарная обработка : учеб. для проф. учеб. заведений / В. Н. Фещенко, Р. Х. Махмутов. 5-е изд., стереотип. М. : Высшая школа, 2002. 303 с.

11. Зиомковский В. М. Детали машин, основы конструирования : учебное пособие для немашиностроительных специальностей вузов / В. М. Зиомковский. Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2005. 153 с.
12. Машиностроительное черчение : учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов / Г. П. Вяткин, А. Н. Андреева, А. К. Болтухин [и др.]; под ред. Г. П. Вяткина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1985. 368 с.
13. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1986. 656 с.
14. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 2001. 920 с.
15. Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей : учеб. проф. учеб. заведений. 11-е изд., перераб. и доп. М. : Высшая школа; Академия, 2000. 407 с.
16. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора : справочник / Р. И. Гжиров. Л. : Машиностроение. Ленингр. отделение, 1984. 464 с.
17. Годик Е. И. Справочное руководство по черчению / Е. И. Гозик, А. Хоскин. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1974. 969 с.
18. Орлов П. И. Основы конструирования : справочно-методическое пособие / под ред. П. Н. Учаева. 3-е изд., испр. М. : Машиностроение, 1988. 560 с.
19. Попова Г. Н. Машиностроительное черчение : справочник / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев. Л. : Машиностроение, Ленингр. отделение, 1986. 447 с.
20. Мерзон Э. Д. Машиностроительное черчение : учебное пособие для инж.-техн. спец. вузов / Э. Д. Мерзон, И. Э. Мерзон, Н. В. Медверовская. М. : Высшая школа, 1987. 335 с.
21. Чекмарев А. А. Инженерная графика : учебник для немашиностр. спец. вузов / А. А. Чекмарев. М. : Высшая школа, 1988. 335 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1.....	3
1.1. Одномерные параметры шероховатости	3
1.2. Параметры определения шероховатости поверхностей	4
ГЛАВА 2.....	10
2.1. Знаки для обозначения шероховатости поверхности и их классификация	10
2.2. Правила нанесения обозначения шероховатости поверхности на чертеже	11
ГЛАВА 3.....	15
3.1. Нормирование шероховатости поверхности.	15
3.2. Виброконтроль параметров шероховатостей при выглаживании	16
3.3. Математическое моделирование формирования микронеровностей поверхности при шлифовании с учетом изнашивания инструмента	17
3.4. Конечный вид поверхности	18
ГЛАВА 4.....	20
4.1 Контроль шероховатости поверхности.	20
4.2. Качество поверхности.	21
4.3. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей машин	23
ГЛАВА 5.....	26
5.1. Применение шероховатости при выполнении чертежей механически обработанной детали	26
5.2 Шероховатость поверхности при обработке детали на токарном станке.....	29
5.3. Детали, получаемые литьем с последующей механической обработкой	32
ГЛАВА 6.....	37
ГЛАВА 7.....	44
ГЛАВА 8.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	99

Учебное издание

**Пирогова Инна Ивановна,
Конакова Ирина Павловна**

**ШЕРОХОВАТОСТИ
ПОВЕРХНОСТЕЙ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
В ПРОГРАММЕ «КОМПАС»**

Редактор *В. О. Корионова*

Компьютерная верстка *Е. В. Суховой*

Подписано в печать 28.10.2014. Формат 60×90 1/8.
Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 13,0.
Уч.-изд. л. 4,52. Тираж 120. Заказ 1582.

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: 8 (343) 350-56-64, 350-90-13
Факс: 8 (343) 358-93-06
E-mail: press-urfu@mail.ru